

### **Część III. Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się.**

Kierunek Fizyka oferuje studentom do wyboru trzy ścieżki dydaktyczne (specjalności): fizyka, fizyka medyczna oraz fizyka gier komputerowych i robotów. Każda z nich posiada wspólne i obowiązkowe dla wszystkich grupy zajęć (np. Podstawy fizyki, Narzędzia matematyki, Kształcenie ogólne, Podsumowanie kształcenia wybrane zajęcia Narzędzi informatyki) jak i posiada grupy zajęć dedykowane danej ścieżce (Zastosowania fizyki w medycynie i technice, Kształcenie praktyczne i specjalistyczne). Ustawowy wymóg zapewnienia minimum 30% zajęć do wyboru jest spełniony przez wybór specjalności. Zajęcia dedykowane danej specjalności są zaznaczone w kolumnie (27) „Harmonogramu realizacji programu studiów”. Kierunek Fizyka oferuje w ramach zajęć do wyboru, również Moduł specjalizacyjny przygotowujący do wykonywania zawodu nauczyciela. Na studiach pierwszego stopnia realizowana jest część pierwsza zajęć (210 godz.) wymaganych przez Ustawodawcę zajęć. Część druga (330 godz.) zajęć jest realizowana na studiach II stopnia. Dopiero po zaliczeniu wszystkich zajęć i otrzymaniu dyplomu magistra, student nabywa uprawnień do wykonywania zawodu nauczyciela fizyki w szkołach podstawowych i ponadpodstawowych.

#### **SYMBOLE EFEKTÓW UCZENIA SIĘ PRZYPISANE DO ZAJĘĆ LUB GRUPY ZAJĘĆ.**

##### **Grupa zajęć (Podstawy fizyki):**

K\_W08-K\_W19, K\_W28, K\_W32, K\_W37, K\_U01, K\_U02, K\_U06- K\_U16, K\_K01, K\_K02, K\_K04-K\_K06.

##### **Grupa zajęć (Narzędzia matematyki):**

K\_W06, K\_W07, K\_W26, K\_U03- K\_U05, K\_U30, K\_K01, K\_K05.

##### **Grupa zajęć (Wybrane zagadnienia fizyki teoretycznej):**

K\_W20-K\_W22, K\_U18- K\_U21, K\_K01, K\_K03-K\_K06.

##### **Grupa zajęć (Narzędzia informatyki):**

K\_W23-K\_W26, K\_W36, K\_U22-K\_U25, K\_K01, K\_K02, K\_K05, K\_K06.

##### **Grupa zajęć (Zastosowania fizyki):**

K\_W15, K\_W16, K\_W19, K\_W27, K\_W28, K\_W32-K\_W35, K\_U26, K\_U27, K\_U30- K\_U37, K\_K01-K\_K06,

##### **Grupa zajęć (Zastosowania fizyki w medycynie i technice):**

Dotyczy specjalności fizyka medyczna.

K\_W15-K\_W17, K\_W19, K\_W27, K\_W28, K\_W32-K\_W37, K\_W40-K\_W44, K\_U26, K\_U27, K\_U30-K\_U41, K\_K01-K\_K06,

**Grupa zajęć (kształcenie praktyczne i specjalistyczne):**

Dotyczy specjalności fizyka medyczna.

K\_W28, K\_W29, K\_W33-K\_W37, K\_W40-K\_W44, K\_W45-K\_W51, K\_U30-K\_U41, K\_U42-K\_U47, K\_K01-K\_K03, K\_K06, K\_K08, K\_K09.

**Grupa zajęć (kształcenie praktyczne i specjalistyczne):**

Dotyczy specjalności fizyka gier komputerowych i robotów.

K\_W23-K\_W25, K\_W27, K\_W28, K\_U22- K\_U25, K\_U30, K\_K01, K\_K02, K\_K03.

**Grupa zajęć (Kształcenie ogólne):**

K\_W29-K\_W31, K\_W38, K\_W39, K\_W52, K\_W53, K\_W55-K\_W57, K\_U28, K\_U29, K\_U48-K\_U51, K\_K01, K\_K03, K\_K07- K\_K09.

**Grupa zajęć (Podsumowanie kształcenia):**

K\_W01-K\_W05, K\_W19, K\_U01, K\_U02, K\_K01, K\_K03-K\_K06.

**Grupa zajęć (Praktyki zawodowe):**

K\_W01, K\_W04, K\_W05, K\_W29, K\_W39, K\_W43, K\_W44, K\_W48, K\_W49, K\_W53, K\_U01, K\_U32, K\_U33, K\_U35, K\_U36, K\_U38- K\_U41, K\_K01-K\_K03, K\_K07- K\_K09.

**Grupa zajęć (Zajęcia nadobowiązkowe):**

K\_W02-K\_W04, K\_W54, K\_U01, K\_U02, K\_U29, K\_K01, K\_K06.

**Moduł specjalizacyjny (Przygotowanie do wykonywania zawodu nauczyciela – część I):**

KP\_WG1- KP\_WG10, KP\_WK1- KP\_WK4, KP\_UW1- KP\_UW7, KP\_UK1, KP\_UK2, KP\_UO1- KP\_UO6, KP\_UU1, KP\_UU2, KP\_KK1, KP\_KK2, KP\_KO1-KP\_KO3, KP\_KR1, KP\_KR2.

**TREŚCI PROGRAMOWE ZAPEWNIAJĄCE UZYSKANIE EFEKTÓW UCZENIA SIĘ PRZYPISANE DO ZAJĘĆ LUB GRUP ZAJĘĆ.**

Treści programowe zajęć oraz skrótove opisy (pełne znajdują się sylabusach) poszczególnych przedmiotów zostaną przedstawione z podziałem na poszczególne ścieżki dydaktyczne.

**TREŚCI PROGRAMOWE GRUP ZAJĘĆ**

*Specjalność: Fizyka*

**Grupa zajęć\_1 (Podstawy fizyki)**

Grupa obejmuje 690 godzin dydaktycznych, w tym 255 godzin wykładów, 255 godzin konwersatoriów i 180 godzin laboratoriów. Przypisano mu 62 punkty ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 1-5.

1. Wstęp do fizyki (wykład, konwersatorium, laboratorium): Zapoznanie z podstawowymi zjawiskami fizycznymi i naukową metodą badań fizycznych oraz podstawowymi wielkościami fizycznymi i ich jednostkami. Ruch, opory ruchu, układ izolowany, układ inercjalny, ruch ciała swobodnego, koncepcja zdarzeń, synchronizacja zegarów, wektory w fizyce, transformacje Galileusza i Lorentza, elementy szczególnej teorii względności, bezwładność, masa, zasady dynamiki Newtona, zasady zachowania w fizyce, przyspieszenie, składanie sił, ruch po okręgu, oscylatory, fale, problemy fizyki klasycznej, elementy fizyki kwantowej. Wykład uzupełniony jest pokazami związanymi z tematyką zajęć. Na zajęciach konwersatoryjnych studenci obliczają zadania związane z tematami poruszonymi na wykładzie. Na zajęciach laboratoryjnych studenci przeprowadzają proste doświadczenia i przygotowują raporty z analizą niepewności pomiarowych.
2. Rachunek niepewności pomiarowych (wykład, laboratorium): Współczesne metody opracowywania wyników pomiarów i oszacowania niepewności wyników z uwzględnieniem elementów statystycznej analizy danych. Błąd i niepewność pomiaru. Przykłady rozkładów zmiennej losowej, ważniejsze estymatory parametrów rozkładu. Statystyczna ocena niepewności pomiaru (typ A), ocena niepewności metodami typu B, prawo propagacji niepewności, niepewność rozszerzona. Metody przedstawiania wyników pomiarów, zaokrąglanie i porównywanie wyników, metoda najmniejszych kwadratów, wyznaczanie parametrów funkcji dopasowujących rozkłady wyników pomiarów. Wprowadzenie do metod testowania hipotez statystycznych Wykład uzupełniony o zajęcia laboratoryjne z praktycznym wykorzystaniem narzędzi komputerowych.
3. Mechanika (wykład, konwersatorium, laboratorium): Podstawowe pojęcia, zasady i teorie fizyczne funkcjonujące na gruncie fizyki klasycznej (formalizm mechaniki punktu materialnego i bryły sztywnej, podstawowe zasady zachowania w przyrodzie, oddziaływania grawitacyjne, statyka i dynamika płynów, fale sprężyste). Zrozumienie znaczenia eksperymentu fizycznego jako sposobu weryfikacji koncepcji teoretycznych. Wykład uzupełniony jest pokazami, konwersatorium i zajęciami laboratoryjnymi, na których studenci samodzielnie przeprowadzają doświadczenia z mechaniki.
4. Elektryczność i magnetyzm (wykład, konwersatorium, laboratorium): Podstawowe pojęcia oraz formalizm związany z opisem źródeł pola elektrycznego, magnetycznego i elektromagnetycznego. Podstawowe zjawiska elektromagnetyczne. Prawo Coulomba, twierdzenie Gaussa-Ostrogradskiego, Stokesa, równanie Poissona, Laplace'a, prawo Biota-Savarta i Ampera, Prawa przepływu prądu elektrycznego, efekt Halla, równania Maxwella, obwody prądu zmiennego, drgania wymuszone, pole elektryczne i magnetyczne w materii. Wykład uzupełniony jest pokazami, konwersatoriami (konwersatorium)k i zajęciami laboratoryjnymi związanymi z tematyką przedmiotu.
5. Termodynamika (wykład, konwersatorium, laboratorium): Formalizm opisu i metody jakościowej i ilościowej analizy układów wielu ciał. Zasady termodynamiki. Funkcje termodynamiczne, równania termodynamiczne Maxwella. Elementy fizyki statystycznej. Kinetyczna teoria promieniowania. Ciepło właściwe, energia swobodna. Procesy spontaniczne. Wstęp do fizyki przejść fazowych. Wykład uzupełniony

pokazami, konwersatoriami z wykorzystaniem komputerowych narzędzi obliczeniowych oraz zajęciami laboratoryjnymi.

6. Optyka i fale (wykład, konwersatorium, laboratorium): Powstawanie obrazu optycznego z uwzględnieniem konsekwencji falowej natury światła: odbicia, załamania, spójności, interferencji, dyfrakcji, polaryzacji, rozpraszania i innych oddziaływań światła z materią. Podstawowe elementy optyczne wraz z ich wykorzystaniem w przyrządach optycznych. Transformacje optyczne – teoria powstawania obrazu w mikroskopie. Holografia. Optyka ciała stałego, megnetoptyczne efekty Faraday’a i Kerra. Optyka kwantowa. Wykład uzupełniony jest pokazami, konwersatoriami i zajęciami laboratoryjnymi związanymi z tematyką przedmiotu.
7. Astronomia (wykład, laboratorium): Wprowadzenie do astronomii współczesnej. Podstawowe pojęcia dotyczące Układu Słonecznego, planet pozasłonecznych, gwiazd, galaktyk i kosmologii. Omówione zostaną prawa Keplera, ewolucja gwiazd, typy gwiazd, budowa Drogi Mlecznej i typy galaktyk, prawo Hubble’a, reliktove promieniowanie tła, Wielki Wybuch. Wykład uzupełniony pokazami oraz zajęciami praktycznymi: studenci samodzielnie przeprowadzają obserwacje astronomiczne o niewielkim stopniu złożoności oraz rozwiązują zadania rachunkowe.
8. Budowa materii (wykład, konwersatorium, laboratorium): Wprowadzenie do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych (podstawowe wiadomości o jądrach atomowych, wybrane modele struktury jądra atomowego, przemiany i reakcje jądrowe, promieniotwórczość, pochodzenie pierwiastków, elementy Modelu Standardowego), fizyki atomu i cząsteczki (funkcje falowe atomu wodoru, moment magnetyczny atomu, struktura atomów wieloelektronowych), fizyki ciała stałego (pasma energetyczne, nadprzewodnictwo, wiązania chemiczne, własności magnetyczne ciał stałych) oraz podstawowych oddziaływań w przyrodzie. Wykład uzupełniony pokazami, konwersatoriami i zajęciami laboratoryjnymi.

## **Grupa zajęć\_2 (Narzędzia matematyki)**

Grupa obejmuje 345 godzin dydaktycznych, w tym 120 godzin wykładów, 195 godzin konwersatoriów i 30 godzin laboratoriów. Przypisano mu 27 punkty ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 1-2.

1. Wstęp do matematyki (konwersatorium): Wybrane zagadnienia matematyki elementarnej: działania i relacje w zbiorach liczbowych, podstawy logiki i teorii mnogości – metodologia rozumowań matematycznych. Przestrzeń wektorowa i afiniczna. Elementy geometrii analitycznej. Liczby zespolone. Elementy kombinatoryki. Elementarny wstęp do rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej. Wykład uzupełniony o konwersatoria (ćwiczenia rachunkowe): studenci samodzielnie rozwiązują zadania służące wyrobieniu biegłości rachunkowej, wykształceniu krytycznego myślenia i samodzielnego formułowania problemów.
2. Analiza matematyczna I (wykład, konwersatorium): Podstawowe wiadomości z logiki i teorii zbiorów, indukcja matematyczna. Szeregi, ciągi i kryteria zbieżności. Funkcja, jej granica, ciągłość i różniczkowalność. Funkcja elementarna, wykładnicza, logarytmiczna, funkcje hiperboliczne i cyklometryczne. Pochodna i jej własności (ekstrema, wypukłość, asymptoty). Funkcja odwrotna. Twierdzenie Lagrange’a, Taylora, reguła de l’Hospitala. Szeregi potęgowe. Całka nieoznaczona. Całkowanie

funkcji wymiernych i trygonometrycznych. Całka oznaczona. Twierdzenie Newtona-Leibniza. Całki niewłaściwe. Podstawowe informacje o rozszerzeniu całki. Kryterium całkowe zbieżności szeregów. Wykład uzupełniony o konwersatoria (ćwiczenia rachunkowe): studenci samodzielnie rozwiązują zadania służące wyrobieniu biegłości rachunkowej potrzebnej w dalszej edukacji fizyki.

3. Analiza matematyczna II (wykład, konwersatorium, laboratorium): Liniowe równania różniczkowe zwyczajne, równania liniowe niejednorodne oraz różnicowe. Elementy topologii, zasada Banacha i przybliżone metody rozwiązywania nieliniowych równań algebraicznych. Krzywe fazowe. Funkcje wielu zmiennych. Pochodna macierzowa i kierunkowa. Funkcja uwikłana. Elementy geometrii różniczkowej. Formy różniczkowe. Elementy analizy wektorowej. Twierdzenia Greena, Gaussa, Stokesa, lemat Poicare'go. Podstawowe informacje o przestrzeniach Banacha, Hilberta. Dystrybucje. Transformata Fouriera. Wykład uzupełniony o konwersatoria (ćwiczenia rachunkowe): studenci samodzielnie rozwiązują zadania służące wyrobieniu biegłości rachunkowej potrzebnej w dalszej edukacji fizyki.
4. Algebra z geometrią (wykład, konwersatorium, laboratorium): Podstawowe konstrukcje i problemy algebry liniowej ze szczególnym uwzględnieniem zastosowań w zagadnieniach praktycznych. Przestrzeń macierzy i algebra macierzy rzeczywistych i zespolonych. Podstawowe operacje i własności. Klasy macierzy. Wyznacznik i odwracalność macierzy. Układy równań liniowych, klasyfikacja i metody rozwiązywania. Interpretacja geometryczna rozwiązań. Przestrzenie liniowe, liniowa niezależność, baza, wymiar. Współrzędne wektora w bazie. Transformacje współrzędnych przy zamianie baz. Odwzorowania liniowe i ich macierze. Własności odwzorowań liniowych. Przestrzenie Euklidesowe i unitarne. Ortogonalizacja bazy przestrzeni wektorowej. Diagonalizacja odwzorowań samosprężonych – rzuty ortogonalne i rozkład spektralny odwzorowania. Przestrzeń dualna, odwzorowania wieloliniowe, podstawy rachunku tensorowego - matematyczne podstawy rachunku Diraca. Wybrane zastosowania algebry: homomorfizm  $SU(2)$ ,  $SO(3)$ . Algebra CCR. Wykład uzupełniony o konwersatoria (ćwiczenia rachunkowe) służące wyrobieniu biegłości w stosowaniu narzędzi algebraicznych do formułowania i rozwiązywania problemów praktycznych.

### **Grupa zajęć\_3 (Wybrane zagadnienia fizyki teoretycznej)**

Grupa obejmuje 300 godzin dydaktycznych, w tym 150 godzin wykładów i 150 godzin konwersatoriów. Przypisano mu 30 punktów ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 3-5.

1. Elementy mechaniki teoretycznej (wykład, konwersatorium): Celem wykładu jest zapoznanie studentów m.in. formalizmem Lagrange'a i Hamiltona opisu dynamiki układów punktów materialnych. Podejmowane tematy dotyczą opisu ruchu w układach inercjalnych i nieinercjalnych, praw Newtona, układów jednowymiarowych, układów z więzami, zasady d'Alemberta, równań Lagrange'a I i II rodzaju, rachunku wariacyjnego, zasady Hamiltona, praw zachowań i twierdzenia Noether, formalizmu kanonicznego Hamiltona. Student pozna zagadnienia związane z ruchem w polu siły centralnej, małymi drganiami oraz dynamiką bryły sztywnej. Celem konwersatorium jest nabycie praktycznych umiejętności analizy ruchu klasycznych układów mechanicznych

2. Elementy elektrodynamiki klasycznej (wykład, konwersatorium): Prawo Coulomba dla ładunków punktowych i ciągłych rozkładów ładunku elektrycznego. Prawo Gaussa w próżni w postaci różniczkowej i całkowej. Potencjał elektrostatyczny. Praca i energia w elektrostatyce. Własności przewodników w ramach elektrostatyki. Dipole elektryczne. Polaryzacja dielektryczna. Prawo Gaussa w dielektryku, ładunki swobodne. Dielektryki liniowe, energia układu dielektryków. Równanie ciągłości prądu elektrycznego, prawo zachowania ładunku elektrycznego. Siła Lorentza. Prawo Biot-Savarta. Prawo Ampere'a w postaci różniczkowej i całkowej. Statyczne równania Maxwella. Potencjał wektorowy pola magnetycznego. Dipole magnetyczne. Zjawiska paramagnetyzmu i diamagnetyzmu. Magnetyzacja, indukowane prądy związane. Prawo Ampere'a w materiałach magnetycznych. Domeny magnetyczne, zjawisko ferromagnetyzmu, pętla histerezy. Prawo Ohma, postać polowa i potencjałowa. Siła elektromotoryczna SEM, prawo strumienia. Indukcja elektromagnetyczna, prawo Faradaya. Prawo Lenza - uniwersalna reguła strumienia. Indukcyjność wzajemna i własna obwodów. Modyfikacja Maxwella dla prawa Ampere'a. Równania Maxwella ze źródłami w próżni i liniowym ośrodku dielektrycznym. Równania Maxwella dla potencjałów, transformacja cechowania, warunek Lorentza. Fale elektromagnetyczne w próżni i liniowym ośrodku dielektrycznym. Notacja zespolona dla fal elektromagnetycznych, równania Fresnela dla fal elektromagnetycznych na granicy dwóch ośrodków. Potencjały opóźnione w cechowaniu Lorentza. Potencjały Lienarda-Wiecherta dla ładunku punktowego. Pole elektromagnetyczne dla ładunku punktowego poruszającego się ze stałą prędkością. Promieniowanie ładunku punktowego. Promieniowanie dipola elektrycznego. Promieniowanie 1 i 2-wymiarowego rozkładu prądu elektrycznego. Promieniowanie multipolowe. Potencjał Hertza. Promieniowanie przyspieszanego ładunku elektrycznego. Promieniowanie hamowania – Bremsstrahlung. Promieniowanie cyklotronowe. Wykład uzupełniony jest o konwersatoria (konwersatoria (ćwiczenia rachunkowe)) z możliwością wykorzystania komputerowych narzędzi obliczeniowych.
3. Szczególna teoria względności (wykład, konwersatorium): Wykład jest wprowadzeniem do szczególnej teorii względności. Składa się z 3ch części: kinematyka relatywistyczna (zasada względności, transformacja Lorentza, skrócenie Lorentza, dylatacja czasu i pojęcie czasu własnego, relatywistyczne prawo dodawania prędkości, aberracja światła), dynamika relatywistyczna (relatywistyczne równanie ruchu, relatywistyczny pęd i energia, czterowektor energii-pędu cząstki, zjawisko Dopplera, zasady zachowania energii i pędu i ich zastosowania – zjawisko Comptona, wiązki przeciwbieżne w akceleratorach cząstek elementarnych, kreacja par cząstka-antycząstka), geometria czasoprzestrzeni Minkowskiego (diagramy czasoprzestrzenne, stożek świetlny, niezmiennicze hiperbole).
4. Elementy mechaniki kwantowej (wykład, konwersatorium): Podstawy empiryczne. Postulaty mechaniki kwantowej. Funkcja falowa jako amplituda prawdopodobieństwa. Zasada superpozycji. Opis stanu w ustalonej chwili. Ewolucja w czasie i równanie Schrödingera (1-wymiarowe i 3-wymiarowe równanie Schrödingera). Prąd prawdopodobieństwa. Wielkości fizyczne jako operatory. Uogólniona zasada nieoznaczoności. Przestrzeń Hilberta. Funkcje i wartości własne. Macierz rozpraszania, współczynniki przejścia i odbicia, tunelowanie. Semiklasyczna metoda WKB. Widmo ciągłe i dyskretne. Postulaty Teorii Kwantowej. Oscylator harmoniczny. Moment pędu, reguły dodawania operatorów, współczynniki Clebscha-Gordana. Cząstki identyczne. Zakaz Pauliego. Atom wodoru. Notacja Diraca. Twierdzenie Ehrenfesta. Metody przybliżone. Wykład uzupełniony jest o konwersatoria (ćwiczenia rachunkowe) z możliwością wykorzystania komputerowych narzędzi obliczeniowych.

## Grupa zajęć\_4 (Narzędzia informatyki)

Grupa obejmuje 315 godzin dydaktycznych, w tym 75 godzin wykładów i 240 godzin laboratoriów. Przypisano jej 26 punkty ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 1-5.

1. Narzędzia komputerowe (wykład, laboratorium): Zajęcia wprowadzają studenta do podstawowych narzędzi komputerowych przydatnych podczas studiowania nauk ścisłych (nie tylko fizyki). Student poznaje darmowe oprogramowanie (które może też używać w domu, a nie tylko w uniwersyteckich laboratoriach) umożliwiające mu tworzenie pracy licencjackiej/dyplomowej jak też i sprawozdań, w których umieści wzory matematyczne, tabele, wykresy oraz grafikę rastrową. Poznane narzędzia pozwolą na także na zapoznanie się z podstawami tworzenia i modyfikacji grafiki rastrowej i wektorowej, szybkie tworzenie wykresów i ich analizę (np. wyliczanie błędów). Studenci poznają też system operacyjny Linux/Unix, który w późniejszych semestrach będzie wielokrotnie wykorzystywany na innych zajęciach. Celem zajęć jest także rozbudowa świadomości informatycznej studenta (usystematyzowanie pojęć informatycznych, różnic pomiędzy popularnymi systemami operacyjnymi: Windows i Linux). Wykład uzupełniony o praktyczne zajęcia w laboratorium komputerowym.
2. Programowanie I (wykład, laboratorium): Podstawy programowania w języku wyższego poziomu: C++. Tworzenie programu w C++. Deklarowanie i użycie zmiennych. Operatory arytmetyczne. Definiowanie i użycie prostych funkcji. Typy złożone (tablice, łańcuchy, wskaźniki). Dynamiczne alokowanie pamięci. Pętle, wyrażenia relacyjne, instrukcje warunkowe i operatory logiczne. Tworzenie funkcji, rekurencja. Sortowanie. Funkcje matematyczne. Funkcje tekstowe. Odczytywanie i zapisywanie danych do plików tekstowych. Doskonalenie programowania proceduralnego poprzez programowanie prostych zagadnień informatycznych matematycznych i fizycznych. Model pamięci, przestrzenie nazw, obiekty i klasy. Klasy i dziedziczenie. Podstawy programowania obiektowego. Wizualizacja danych: biblioteka Dislin, PLplot, MathGL.
3. Komputerowe metody obliczeniowe (laboratorium): Obliczenia w środowisku algebry komputerowej, zagadnienia algebry i analizy matematycznej program Mathematica. Podstawowe informacje o pakiecie Mathematica. Liczby i zmienne. Listy, wektory i macierze. Podstawy grafiki, animacje. Rozwiązywanie zagadnień z zakresu analizy matematycznej. Elementy programowania. Rozwiązywanie równań różniczkowych pierwszego i wyższych rzędów. Rozwiązywanie układów równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych. Wielomiany ortogonalne i szeregi Fouriera. Transformaty całkowe. Przykłady obliczeń numerycznych (rozwiązywanie równań, całkowanie, poszukiwanie ekstremów, aproksymacja i interpolacja). Zajęcia w laboratorium komputerowym – ściśle skorelowane z praktycznymi problemami równoległych przedmiotów.
4. Programowanie II (wykład, laboratorium): Doskonalenie sztuki programowania poprzez pracę z obiektami. Do wyboru programowanie w języku Java, C++ lub programowanie robotyki w języku C/C++ (Arduino, Raspberry Pi, prosta elektronika). Programowanie obiektowe. Typy danych. Operatory. Wczytywanie znaków z klawiatury. Instrukcje kontrolne. Klasy. Operator this. Konstruktory i destruktory (C++). Tablice. Klasa String. Operacje na stringach. Operatory bitowe. Modyfikatory dostępu. Metody (przekazywanie obiektów do metod; zwracanie obiektów; przeciążanie metod). Rekurencja. Modyfikator static. Klasy zagnieżdżone i wewnętrzne. Metody pobierające

zmienną liczbę argumentów. Dziedziczenie. Przesłanianie metod (funkcje wirtualne - C++). Dostęp do składowych superklasy (operator super). Klasy abstrakcyjne. Modyfikator final. Klasa Object. Pakiety. Interfejsy. Obsługa wyjątków. Operacje wejścia/wyjścia. Model pamięci, przestrzenie nazw. Hermetyzacja kodu. Funkcje zaprzyjaźnione. Polimorfizm. Tworzenie aplikacji okienkowych.

5. Algorytmy i struktury danych (wykład, laboratorium): Własności wybranych rozwiązań algorytmicznych oraz ich realizacja z wykorzystaniem zaawansowanych struktur danych w obiektowym języku programowania: C++. Algorytm - sposoby zapisu. Struktury danych i algorytmy - przegląd. Tablice. Złożoność obliczeniowa. Proste algorytmy sortowania. Stosy i kolejki. List powiązane. Rekurencja. Zaawansowane algorytmy sortowania. Drzewa binarne. Sterty. Zrównoważone drzewa binarne. Drzewa niebinarne. Tablice mieszające. Grafy. Typy kontenerów biblioteki STL (C++).
6. Metody numeryczne (wykład, laboratorium): Omówienie wybranych metod analizy, algebry i probabilistyki numerycznej oraz ich implementacja z wykorzystaniem programowania w języku wyższego poziomu. Analiza numeryczna (szukanie zer funkcji jednej zmiennej metodą siecznych, bisekcji, metodą Newtona-Raphsona). Numeryczne całkowanie (kwadratury Newtona-Cotesa, kwadratury Gaussa). Minima funkcji wielu zmiennych (metoda kierunków sprzężonych, metoda gradientów sprzężonych, metoda „annealing”). Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych (metoda Eulera, metody wielokrokowe, niejawne, metoda skokowa, metoda Rungego-Kutty, stabilność algorytmu). Równania różniczkowe cząstkowe (równania eliptyczne – metoda relaksacji, równania hiperboliczne – metoda Laxa, równania paraboliczne – metoda Cranka-Nicholsona, stabilność algorytmów). Równania całkowe. Algebra numeryczna (rozwiązywanie układu równań liniowych metodą eliminacji Gaussa-Jordana, rozkład LU, metody iteracyjne). Układy równań nieliniowych (metody iteracyjne). Wartości własne i wektory własne (metoda Jacobiego dla macierzy symetrycznych). Szybka transformata Fouriera: różniczkowanie, całkowanie (splot, korelacja). Rozwiązywanie równań różniczkowych cząstkowych (metoda „split operator”). Probabilistyka numeryczna: generatory liczb pseudolosowych o rozkładzie jednostajnym, kwadratura Monte Carlo, konstrukcja generatorów liczb pseudolosowych o rozkładach innych niż jednostajny (algorytmy von Neumanna i Metropolis), metoda Monte Carlo.

### **Grupa zajęć\_5 (Zastosowania fizyki)**

Grupa obejmuje 75 godzin dydaktycznych, w tym 30 godzin wykładów i 45 godzin laboratoriów. Przypisano jej 5 punktów ECTS. Przedmiot należący do grupy zajęć realizowany jest w semestrze 5.

1. Elektronika (wykład, laboratorium): Zapoznanie studentów z podstawowymi układami elektronicznymi: analogowymi i cyfrowymi, ich zasadą działania i wykorzystaniem w technice pomiarowej. Bierne obwody RC. Złącze p-n. Diody. Wzmacniacze tranzystorowe (bipolarne i unipolarne). Wzmacniacze operacyjne (podstawowe konfiguracje pracy). Komparator. Zasilacze i stabilizatory napięcia. Elementy techniki cyfrowej (podstawowe układy stosowane w technice cyfrowej- bramki, przerzutniki, liczniki). Przetworniki c/a i a/c.

### **Grupa zajęć\_6 (Kształcenie ogólne)**

Grupa obejmuje 255 godzin dydaktycznych, w tym 30 godzin wykładów, 60 godzin ćwiczeń, 45 godzin konwersatoriów i 120 godzin lektoratów. Przypisano jej 12 punktów ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 1, 2, 4 i 6.



1. Lektorat języka angielskiego (lektorat): Student uczestniczy w kształceniu językowym z języka angielskiego właściwym dla poziomu B2. Lektorat prowadzony przez nauczycieli Studium Praktycznej Nauki Języków Obcych UwB (SPNJO).
2. Wychowanie fizyczne (ćwiczenia): Określa Studium Wychowania Fizycznego i Sportu UwB (SWFiS). Student ma możliwość wyboru sekcji sportowej.
3. Historia fizyki (konwersatorium): Zajęcia przedstawiają zasadnicze kroki w historycznym rozwoju fizyki w powiązaniu z rozwojem cywilizacyjnym i technologicznym. Początki fizyki, astronomii i matematyki w starożytności. Fizyka średniowieczna. Renesansowy przełom w naukach ścisłych. Fizyka wieku siedemnastego. Oświeceniowe odkrycia w dziedzinie nauk ścisłych. Rozwój przyrodznawstwa w wieku dziewiętnastym. Pojawienie się nowoczesnej fizyki na przełomie XIX i XX stulecia. Historia zaawansowanej fizyki dwudziestego wieku. Studenci wybierają tematy z listy propozycji przedstawionych przez wykładowcę do samodzielnego opracowania i referowania w trakcie zajęć konwersatoryjnych.
4. Podstawy przedsiębiorczości (wykład, konwersatorium): Celem zajęć jest charakterystyka działań przedsiębiorczych i ich uwarunkowań, określenie sposobu działań przedsiębiorcy i przedsiębiorstwa, poznanie środków i sposobów wspomagania przedsiębiorczości i przedsiębiorstw oraz przedstawienie zasad podejmowania działalności gospodarczej w ramach przedsiębiorstwa. Komercjalizacja wyników badań naukowych. W ramach zajęć seminaryjnych studenci referują wybrane problemy szczegółowe.
5. Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej (wykład): Prawo w działalności naukowo-dydaktycznej, ochrona własności przemysłowej, prawo patentowe i autorskie, zasady zarządzania zasobami własności intelektualnej.

### **Grupa zajęć \_7 (Podsumowanie kształcenia)**

Grupa obejmuje 105 godzin dydaktycznych, w tym 30 godzin wykładów, 45 godzin konwersatoriów, 15 godzin laboratoriów i 15 godzin seminariów. Przypisano jej 21 punktów ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrze 4 i 6.

1. Elementy fizyki współczesnej (konwersatorium): Studenci zostają zapoznani z tematyką badań prowadzonych w zakładach naukowych Wydziału Fizyki. Otrzymują propozycje tematów prac dyplomowych, ustalają formę i zakres zadań objętych pracą.
2. Struktura fizyki (wykład, konwersatorium): Celem wykładu jest zapoznanie studentów z wybranymi zagadnieniami fizyki współczesnej oraz podsumowanie zdobytej w trakcie studiów wiedzy. Podejmowane tematy dotyczą przedmiotu badań fizyki i struktury fizyki, układów fizycznych, podstawowych pojęć jak siła, energia, pęd, wektory, zasad dynamiki Newtona, praw Keplera, sił bezwładności, mechaniki bryły sztywnej, zasad zachowania, twierdzenia Noether, więzów, zasady d'Alamberta, równań Lagrange'a, kanonicznych Hamiltona, oscylatora anharmonicznego, atraktorów, chaosu deterministycznego, diagramu Poincaré'go, transformacji Lorentza, zagadnień elektrodynamiki, fal elektromagnetycznych i materii, przewodników, półprzewodników, izolatorów, dia-, para- i ferromagnetyków, zasad termodynamiki, podstaw fizyki statystycznej, zagadnień mechaniki kwantowej, cząstek elementarnych.
3. Seminarium dyplomowe (seminarium): Przedmiot jest związany z pisaniem przez studentów pracy licencjackiej. Student referuje zagadnienia związane z tematyką własnej pracy dyplomowej. Bierze udział w dyskusji seminaryjnej. Przedmiot jest realizowany w ścisłej współpracy z opiekunem pracy.
4. Sztuka prezentacji osiągnięć (laboratorium): Celem zajęć jest nauka prezentacji przez studenta swoich wyników osiągniętych podczas pisania pracy dyplomowej ewentualnie wyników profesjonalnych badań naukowych (wybór zależny od prowadzącego). Każdy

student jest zobowiązany do wykonania prezentacji multimedialnej w programie typu Microsoft PowerPoint, LibreOffice Impress i zaprezentowania (15-20 min.) przed grupą konwersatoryjną.

### **Grupa zajęć \_8 (Nadobowiązkowy)**

Grupa składa się z dwóch przedmiotów do wyboru, które student nie musi zrealizować. Pierwszy to „Przedmiot monograficzny”. Obejmuje on 30 godzin wykładów i/lub 15-30 godzin ćwiczeń/konwersatoriów w zależności od przedmiotu. Przypisano mu min. 3 punkt ECTS. Drugi to „Przedmiot na innym kierunku” realizowany na Uniwersytecie w Białymstoku. Obejmuje on 15 lub 30 godzin wykładów i/lub ćwiczeń/konwersatoriów w zależności od oferty przedstawianej Wydziałowi. Przypisano mu min. 1 punkt ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 1-6.

1. Przedmiot monograficzny (wykład lub wykład + konwersatorium): Przedmiot może być realizowany w języku angielskim. Zajęcia dotyczące zagadnień fizyki współczesnej (doświadczalnej lub teoretycznej). Zajęcia dla studentów ambitnych. Przykładowe proponowane przedmioty: Klasyczne i kwantowe układy z więzami, Elementy teorii solitonów, Zdegenerowane gazy atomowe, Kondensat Bosego-Einsteina, Optyka kwantowa, Informatyka kwantowa, Elementy teorii pola, Wstęp do teorii strun, Ogólna teoria względności, Procesy akrecyjne w astrofizyce, Metody transportowe w fizyce ciała stałego, Promieniowanie synchrotronowe i jego wykorzystanie w naukach przyrodniczych, Spektroskopia mössbauerowska. Metody rentgenowskie i neutronowe w medycynie, Analiza powierzchni i cienkich warstw.
2. Przedmiot na innym kierunku: Przedmiot może być realizowany w języku angielskim. Lista przedmiotów jest podawana rokrocznie. Przedmioty realizowane są na przykład na wydziałach Biologicznym, Chemicznym, Filologicznym, Historii i Stosunków Międzynarodowych, Katedrach Teologii.

**Uwaga:** Następujące przedmioty z modułów 1-5, przedmioty Historia fizyki (grupa 6) oraz Struktura fizyki (grupa 7) **mogą być wybrane** przez studenta do zrealizowania w języku angielskim (o ile zbierze się odpowiednia ilość zainteresowanych studentów – co najmniej jedna grupa): Introduction to Physics, Classical Mechanics, Analysis of Experimental Uncertainty, Electricity and Magnetism, Thermodynamics, Optics and Waves, Astronomy, Structure of Matter, Introduction to Mathematics, Analysis I, Analysis II, Algebra and Geometry, Elements of Theoretical Mechanics, Elements of Classical Electrodynamics, Special Theory of Relativity, Elements of Quantum Mechanics, Computer Tools, Computer-Aided Computations, Programming I, Programming II, Algorithms and Data Structures, Numerical Methods, Electronics, History of Physics, Structure of Physics. „Przedmiot na innym kierunku” z grupy zajęć nadobowiązkowych **może** być realizowany w języku angielskim.

## **TREŚCI PROGRAMOWE GRUP ZAJĘĆ**

*Specjalność: Fizyka medyczna*

### **Grupa zajęć \_1 (Podstawy fizyki)**

Grupa obejmuje 495 godzin dydaktycznych, w tym 180 godzin wykładów, 135 godzin konwersatoriów i 180 godziny laboratoriów. Przypisano mu 46 punkty ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 1-5.

1. Wstęp do fizyki (wykład, konwersatorium, laboratorium): Wykład ma na celu zapoznanie studentów z podstawowymi zjawiskami fizycznymi i naukową metodą badań fizycznych oraz podstawowymi wielkościami fizycznymi i ich jednostkami. Zasady zachowania w fizyce. Fizyka klasyczna i kwantowa. Wykład uzupełniony jest pokazami związanymi z tematyką zajęć. Na zajęciach laboratoryjnych studenci przeprowadzają proste doświadczenia i przygotowują raporty z analizą niepewności pomiarowych.
2. Rachunek niepewności pomiarowych (wykład, laboratorium): Współczesne metody opracowywania wyników pomiarów i oszacowania niepewności wyników z uwzględnieniem elementów statystycznej analizy danych. Metody przedstawiania wyników pomiarów, wprowadzenie do metod testowania hipotez statystycznych. Wykład uzupełniony o zajęcia laboratoryjne z praktycznym wykorzystaniem narzędzi komputerowych.
3. Mechanika (wykład, konwersatorium, laboratorium): Podstawowe pojęcia, zasady i teorie fizyczne funkcjonujące na gruncie fizyki klasycznej (formalizm mechaniki punktu materialnego i bryły sztywnej, podstawowe zasady zachowania w przyrodzie, oddziaływania grawitacyjne, statyka i dynamika płynów, fale sprężyste). Zrozumienie znaczenia eksperymentu fizycznego jako sposobu weryfikacji koncepcji teoretycznych. Wykład uzupełniony jest pokazami, konwersatoriami i zajęciami laboratoryjnymi, na których studenci samodzielnie przeprowadzają doświadczenia mechaniczne o niewielkim stopniu złożoności.
4. Elektryczność i magnetyzm (wykład, konwersatorium, laboratorium): Podstawowe pojęcia oraz formalizm związany z opisem źródeł pola elektrycznego, magnetycznego i elektromagnetycznego. Podstawowe zjawiska elektromagnetyczne. Prawo Coulomba, twierdzenie Gaussa-Ostrogradskiego, Stokesa, równanie Poissona, Laplace'a, prawo Biota-Savarta i Ampera, Prawa przepływu prądu elektrycznego, efekt Halla, równania Maxwella, obwody prądu zmiennego, drgania wymuszone, pole elektryczne i magnetyczne w materii. Wykład uzupełniony jest pokazami, konwersatoriami i zajęciami laboratoryjnymi związanymi z tematyką przedmiotu.
5. Termodynamika (wykład, konwersatorium, laboratorium): Formalizm opisu i metody jakościowej i ilościowej analizy układów wielu ciał. Zasady termodynamiki. Elementy fizyki statystycznej. Wstęp do fizyki przejść fazowych. Wykład uzupełniony pokazami, konwersatoriami (ćwiczeniami rachunkowymi) z wykorzystaniem komputerowych narzędzi obliczeniowych oraz zajęciami laboratoryjnymi.
6. Optyka i fale (wykład, konwersatorium, laboratorium): Powstawanie obrazu optycznego z uwzględnieniem konsekwencji falowej natury światła: odbicia, załamania, spójności, interferencji, dyfrakcji, polaryzacji, rozpraszania i innych oddziaływań światła z materią. Podstawowe elementy optyczne wraz z ich wykorzystaniem w przyrządach optycznych. Optyka kwantowa. Wykład uzupełniony jest pokazami, konwersatoriami i zajęciami laboratoryjnymi związanymi z tematyką przedmiotu.
7. Wstęp do astronomii (wykład, laboratorium): Wprowadzenie do astronomii współczesnej. Podstawowe pojęcia dotyczące Układu Słonecznego, planet poza słonecznych, gwiazd, galaktyk i kosmologii. Wpływ stanu mikrogravitacji na organizm człowieka. Wykład uzupełniony pokazami oraz zajęciami praktycznymi: studenci samodzielnie przeprowadzają obserwacje astronomiczne o niewielkim stopniu złożoności oraz rozwiązują zadania rachunkowe.

8. Budowa materii (wykład, konwersatorium, laboratorium): Wprowadzenie do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych (podstawowe wiadomości o jądrach atomowych, wybrane modele struktury jądra atomowego, przemiany i reakcje jądrowe, promieniotwórczość, pochodzenie pierwiastków, elementy Modelu Standardowego), fizyki atomu i cząsteczki (funkcje falowe atomu wodoru, moment magnetyczny atomu, struktura atomów wieloelektronowych), fizyki ciała stałego (pasma energetyczne, nadprzewodnictwo, wiązania chemiczne, własności magnetyczne ciał stałych) oraz podstawowych oddziaływań w przyrodzie. Wykład uzupełniony pokazami, konwersatoriami (ćwiczeniami rachunkowymi) i zajęciami laboratoryjnymi.

## **Grupa zajęć\_2 (Narzędzia matematyki)**

Grupa obejmuje 360 godzin dydaktycznych, w tym 120 godzin wykładów, 165 godzin konwersatoriów i 75 godzin laboratoriów. Przepisano mu 28 punktów ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 1-3.

1. Wstęp do matematyki (konwersatorium): Wybrane zagadnienia matematyki elementarnej: działania i relacje w zbiorach liczbowych, podstawy logiki i teorii mnogości – metodologia rozumowań matematycznych. Elementy geometrii analitycznej. Liczby zespolone. Elementy kombinatoryki. Elementarny wstęp do rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej. Wykład uzupełniony o konwersatoria (ćwiczenia rachunkowe): studenci samodzielnie rozwiązują zadania służące wyrobieniu biegłości rachunkowej, wykształceniu krytycznego myślenia i samodzielnego formułowania problemów.
2. Rachunek różniczkowy i całkowy I (wykład, konwersatorium): Podstawy analizy matematycznej funkcji jednej zmiennej rzeczywistej. Zbiór liczb rzeczywistych i jego podzbiory. Ciągi i szeregi liczbowe. Liczba Eulera  $e$ . Funkcje jednej zmiennej. Granica funkcji, ciągłość, różniczkowalność. Pochodne funkcji elementarnych. Pochodna funkcji złożonej. Pochodna funkcji odwrotnej. Szereg Taylora. Ekstrema lokalne i ekstrema globalne. Badanie funkcji jednej zmiennej rzeczywistej. Obliczanie całek nieoznaczonych. Całka oznaczona (całka Riemanna). Metody przybliżone obliczania całek. Wykład uzupełniony o konwersatoria (ćwiczenia rachunkowe) służące wyrobieniu biegłości w stosowaniu narzędzi analizy do formułowania i rozwiązywania problemów praktycznych.
3. Rachunek różniczkowy i całkowy II (wykład, konwersatorium, laboratorium): Funkcje wielu zmiennych i równania różniczkowe zwyczajne. Pochodna cząstkowa i pochodna kierunkowa. Ekstrema lokalne i globalne funkcji dwóch zmiennych. Funkcje uwikłane. Podstawy teorii krzywych w przestrzeni. Krzywizna. Całki podwójne, potrójne oraz ich zastosowania. Zamiana zmiennych, jakobian. Obliczanie gradientu, rotacji, dywergencji. Całki krzywoliniowe (praca, krążenie pola wzdłuż krzywej). Całki powierzchniowe (strumień pola). Twierdzenia Greena, Gaussa i Stokesa. Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych rzędu pierwszego. Rozwiązywanie równań liniowych o stałych współczynnikach. Równania liniowe niejednorodne. Układy równań, metoda macierzowa. Zastosowania równań różniczkowych w fizyce. Podstawowe wiadomości dotyczące szeregów i transformaty Fouriera.
4. Algebra z geometrią (wykład, konwersatorium, laboratorium): Podstawowe konstrukcje i problemy algebry liniowej ze szczególnym uwzględnieniem zastosowań

w zagadnieniach praktycznych. Przestrzeń macierzy i algebra macierzy rzeczywistych i zespolonych. Podstawowe operacje i własności. Klasy macierzy. Wyznacznik i odwracalność macierzy. Układy równań liniowych, klasyfikacja i metody rozwiązywania. Interpretacja geometryczna rozwiązań. Przestrzenie liniowe, liniowa niezależność, baza, wymiar. Współrzędne wektora w bazie. Transformacje współrzędnych przy zamianie baz. Odwzorowania liniowe i ich macierze. Własności odwzorowań liniowych. Przestrzenie Euklidesowe i unitarne. Ortogonalizacja bazy przestrzeni wektorowej. Diagonalizacja odwzorowań samosprzężonych – rzuty ortogonalne i rozkład spektralny odwzorowania. Przestrzeń dualna, odwzorowania wieloliniowe, podstawy rachunku tensorowego – matematyczne podstawy rachunku Diraca. Wybrane zastosowania algebry: homomorfizm  $SU(2)$ ,  $SO(3)$ . Algebra CCR. Wykład uzupełniony o konwersatoria (ćwiczenia rachunkowe) służące wyrobieniu biegłości w stosowaniu narzędzi algebraicznych do formułowania i rozwiązywania problemów praktycznych.

5. Statystyczna analiza danych (wykład, laboratorium): Rozszerzenie wiadomości z rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej zdobytych na wstępie do matematyki. Zdarzenia losowe i prawdopodobieństwo (przestrzeń zdarzeń elementarnych, zbiór zdarzeń losowych, miara probabilistyczna, prawdopodobieństwo warunkowe, wzór Bayesa, niezależność zdarzeń). Jednowymiarowe zmienne losowe. Dystrybuanta zmiennej losowej. Zmienne losowe dyskretne i ciągłe – przegląd podstawowych rozkładów. Funkcje zmiennej losowej. Wektory losowe (wielowymiarowe zmienne losowe). Wektor losowy typu dyskretnego i typu ciągłego. Rozkłady brzegowe. Funkcje wektora losowego. Kowariancja i współczynnik korelacji 2ch zmiennych losowych. Macierz kowariancji wektora losowego. Główne problemy wnioskowania statystycznego. Podstawowe pojęcia. Rozkłady prawdopodobieństwa występujące w statystyce. Estymacja punktowa. Własności estymatorów punktowych. Metody konstruowania estymatorów. Estymacja przedziałowa. Konstrukcja przedziałów ufności dla wartości oczekiwanej i wariancji. Testowanie hipotez statystycznych (weryfikacja wybranych hipotez dotyczących wartości oczekiwanej, wariancji, równości wartości oczekiwanych, wariancji dwóch rozkładów normalnych, weryfikacja hipotez dotyczących postaci rozkładu: testy zgodności chi-kwadrat i Kołmogorowa). Wykład połączony z zajęciami laboratoryjnymi, na których student rozwiązuje zadania rachunkowe oraz przeprowadza analizy symulowanych oraz prawdziwych danych za pomocą odpowiedniego oprogramowania komputerowego.

### **Grupa zajęć\_3 (Wybrane zagadnienia fizyki teoretycznej)**

Grupa obejmuje 120 godzin dydaktycznych, w tym 60 godzin wykładów i 60 godzin konwersatoriów. Przypisano mu 12 punktów ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 4-5.

1. Elementy elektrodynamiki klasycznej (wykład, konwersatorium): Prawo Coulomba dla ładunków punktowych i ciągłych rozkładów ładunku elektrycznego. Prawo Gaussa w próżni w postaci różniczkowej i całkowej. Potencjał elektrostatyczny. Praca i energia w elektrostatyce. Własności przewodników w ramach elektrostatyki. Prąd elektryczny zasada zachowania ładunku elektrycznego. Siła Lorentza. Prawo Biota-Savarta. Prawo Ampere'a w postaci różniczkowej i całkowej. Statyczne równania Maxwella. Potencjał wektorowy pola magnetycznego. Dipole elektryczne i magnetyczne. Zjawiska paramagnetyzmu i diamagnetyzmu. Dielektryki ładunki związane. Magnetyzacja, indukowane prądy związane. Prawo Ampere'a w materiałach magnetycznych. Domeny

magnetyczne, zjawisko ferromagnetyzmu, pętla histerezy. Prawo Ohma, postać polowa i potencjałowa. Siła elektromotoryczna SEM, prawo strumienia. Indukcja elektromagnetyczna, prawo Faradaya. Prawo Lenza – uniwersalna reguła strumienia. Indukcyjność wzajemna i własna obwodów. Modyfikacja Maxwella dla prawa Ampere'a. Równania Maxwella ze źródłami w próżni i liniowym ośrodku dielektrycznym. Równania Maxwella dla potencjałów, transformacja cechowania, warunek Lorentza. Fale elektromagnetyczne w próżni i liniowym ośrodku dielektrycznym. Potencjały Lienarda-Wiecherta dla ładunku punktowego. Pole elektromagnetyczne dla ładunku punktowego poruszającego się ze stałą prędkością. Promieniowanie ładunku punktowego. Promieniowanie dipola elektrycznego. Wykład uzupełniony jest o konwersatoria (ćwiczenia rachunkowe) z możliwością wykorzystania komputerowych narzędzi obliczeniowych.

2. Elementy mechaniki kwantowej (wykład, konwersatorium): Podstawy empiryczne. Polaryzacja fotonów i prawdopodobieństwo. Funkcja falowa jako amplituda prawdopodobieństwa. Zasada superpozycji. Opis stanu w ustalonej chwili. Ewolucja w czasie i równanie Schrödingera. Prąd prawdopodobieństwa. Wielkości fizyczne jako operatory. Przestrzeń Hilberta. Funkcje i wartości własne. Widmo ciągłe i dyskretne. Postulaty Teorii Kwantowej. Oscylator harmoniczny. Moment pędu. Atom wodoru. Notacja Diraca. Twierdzenie Ehrenfesta. Metody przybliżone. Wykład uzupełniony jest o konwersatoria (ćwiczenia rachunkowe) z możliwością wykorzystania komputerowych narzędzi obliczeniowych.

#### **Grupa zajęć\_4 (Narzędzia informatyki)**

Grupa obejmuje 315 godzin dydaktycznych, w tym 75 godzin wykładów i 240 godzin laboratoriów. Przypisano mu 26 punktów ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 1-5.

1. Narzędzia komputerowe (wykład, laboratorium): Zajęcia wprowadzają studenta do podstawowych narzędzi komputerowych przydatnych podczas studiowania nauk ścisłych (nie tylko fizyki). Student poznaje darmowe oprogramowanie (które może też używać w domu, a nie tylko w uniwersyteckich laboratoriach) umożliwiające mu tworzenie pracy licencjackiej/dyplomowej jak też i sprawozdań, w których umieści wzory matematyczne, tabele, wykresy oraz grafikę rastrową. Poznane narzędzia pozwolą na także na zapoznanie się z podstawami tworzenia i modyfikacji grafiki rastrowej i wektorowej, szybkie tworzenie wykresów i ich analizę (np. wyliczanie błędów). Studenci poznają też system operacyjny Linux/Unix, który w późniejszych semestrach będzie wielokrotnie wykorzystywany na innych zajęciach. Celem zajęć jest także rozbudowa świadomości informatycznej studenta (usystematyzowanie pojęć informatycznych, różnic pomiędzy popularnymi systemami operacyjnymi: Windows i Linux). Wykład uzupełniony o praktyczne zajęcia w laboratorium komputerowym.
2. Programowanie I (wykład, laboratorium): Podstawy programowania w języku wyższego poziomu: C++. Tworzenie programu w C++. Deklarowanie i użycie zmiennych. Operatory arytmetyczne. Definiowanie i użycie prostych funkcji. Typy złożone (tablice, łańcuchy, wskaźniki). Pętle, wyrażenia relacyjne, instrukcje warunkowe i operatory logiczne. Tworzenie funkcji, rekurencja. Model pamięci, przestrzenie nazw, obiekty i klasy. Klasy i dziedziczenie.
3. Komputerowe metody obliczeniowe (laboratorium): Obliczenia w środowisku algebry komputerowej, zagadnienia algebry i analizy matematycznej program Mathematica. Podstawowe informacje o pakiecie Mathematica. Liczby i zmienne. Listy, wektory i macierze. Podstawy grafiki, animacje. Rozwiązywanie zagadnień z zakresu analizy matematycznej. Elementy programowania. Rozwiązywanie równań różniczkowych

pierwszego i wyższych rzędów. Rozwiązywanie układów równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych. Wielomiany ortogonalne i szeregi Fouriera. Transformaty całkowe. Przykłady obliczeń numerycznych (rozwiązywanie równań, całkowanie, poszukiwanie ekstremów, aproksymacja i interpolacja). Zajęcia w laboratorium komputerowym – ściśle skorelowane z praktycznymi problemami równoległych przedmiotów.

4. Programowanie II (wykład, laboratorium): Doskonalenie sztuki programowania poprzez pracę z obiektami. Do wyboru programowanie w języku Java, C++ lub programowanie robotyki w języku C/C++ (Arduino, Raspberry Pi, prosta elektronika). Programowanie obiektowe. Typy danych. Operatory. Wczytywanie znaków z klawiatury. Instrukcje kontrolne. Klasy. Operator this. Konstruktory i destruktory (C++). Tablice. Klasa String. Operacje na stringach. Operatory bitowe. Modyfikatory dostępu. Metody (przekazywanie obiektów do metod; zwracanie obiektów; przeciążanie metod). Rekurencja. Modyfikator static. Klasy zagnieżdżone i wewnętrzne. Metody pobierające zmienną liczbę argumentów. Dziedziczenie. Przesłanianie metod (funkcje wirtualne - C++). Dostęp do składowych superklasy (operator super). Klasy abstrakcyjne. Modyfikator final. Klasa Object. Pakiety. Interfejsy. Obsługa wyjątków. Operacje wejścia/wyjścia. Model pamięci, przestrzenie nazw. Hermetyzacja kodu. Funkcje zaprzyjaźnione. Polimorfizm. Tworzenie aplikacji okienkowych.
5. Algorytmy i struktury danych (wykład, laboratorium): Własności wybranych rozwiązań algorytmicznych oraz ich realizacja z wykorzystaniem zaawansowanych struktur danych w obiektowym języku programowania: C++ . Algorytm - sposoby zapisu. Struktury danych i algorytmy - przegląd. Tablice. Złożoność obliczeniowa. Proste algorytmy sortowania. Stosy i kolejki. List powiązane. Rekurencja. Zaawansowane algorytmy sortowania. Drzewa binarne. Sterty. Zrównoważone drzewa binarne. Drzewa niebinarne. Tablice mieszające. Grafy. Typy kontenerów biblioteki STL (C++).
6. Metody numeryczne (wykład, laboratorium): Omówienie wybranych metod analizy, algebry i probabilistyki numerycznej oraz ich implementacja z wykorzystaniem programowania w języku wyższego poziomu. Analiza numeryczna (szukanie zer funkcji jednej zmiennej metodą siecznych, bisekcji, metodą Newtona-Raphsona). Numeryczne całkowanie (kwadratury Newtona-Cotesa, kwadratury Gaussa). Minima funkcji wielu zmiennych (metoda kierunków sprzężonych, metoda gradientów sprzężonych, metoda „annealing”). Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych (metoda Eulera, metody wielokrokowe, niejawne, metoda skokowa, metoda Rungego-Kutty, stabilność algorytmu). Równania różniczkowe cząstkowe (równania eliptyczne – metoda relaksacji, równania hiperboliczne – metoda Laxa, równania paraboliczne – metoda Cranka-Nicholsona, stabilność algorytmów). Równania całkowe. Algebra numeryczna (rozwiązywanie układu równań liniowych metodą eliminacji Gaussa-Jordana, rozkład LU, metody iteracyjne). Układy równań nieliniowych (metody iteracyjne). Wartości własne i wektory własne (metoda Jacobiego dla macierzy symetrycznych). Szybka transformata Fouriera: różniczkowanie, całkowanie (splot, korelacja). Rozwiązywanie równań różniczkowych cząstkowych (metoda „split operator”). Probabilistyka numeryczna: generatory liczb pseudolosowych o rozkładzie jednostajnym, kwadratura Monte Carlo, konstrukcja generatorów liczb pseudolosowych o rozkładach innych niż jednostajny (algorytmy von Neumanna i Metropolis), metoda Monte Carlo.

## **Grupa zajęć\_5 (Zastosowania fizyki w medycynie i technice)**

Grupa obejmuje 210 godzin dydaktycznych, w tym 105 godzin wykładów, 30 godzin konwersatoriów i 75 godzin laboratoriów. Przepisano mu 14 punktów ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 5-6.

1. Elektronika (wykład, laboratorium): Zapoznanie studentów z podstawowymi układami elektronicznymi: analogowymi i cyfrowymi, ich zasadą działania i wykorzystaniem w technice pomiarowej. Biernie obwody RC. Złącze p-n. Diody. Wzmacniacze tranzystorowe (bipolarne i unipolarne). Wzmacniacze operacyjne (podstawowe konfiguracje pracy). Komparator. Zasilacze i stabilizatory napięcia. Elementy techniki cyfrowej (podstawowe układy stosowane w technice cyfrowej- bramki, przerzutniki, liczniki). Przetworniki c/a i a/c.
2. Fizyka w medycynie I (wykład): Wykład dotyczy zagadnień fizycznych, które mają znaczenie w opisie funkcjonowania organizmu człowieka oraz w metodach diagnostyki i leczenia. Zagadnienia mechaniki ciała człowieka (siły, którym podlegają mięśnie i kości w różnych sytuacjach, zagadnienia związane ze sprężystością różnych ciał), zagadnienia przepływów w układzie krwionośnym człowieka z wykorzystaniem mechaniki ośrodków ciągłych, a także zagadnienia dyfuzji przez neutralne membrany oraz zjawisko osmozy w płynach ustrojowych. Zagadnienia elektrycznych impulsów w układzie nerwowym (procesy występowania potencjału elektrycznego komórki i jego wpływ na transport jonów w ustroju komórki) oraz elektrycznej aktywności serca (wykorzystanie techniki elektrokardiogramów do badania pracy serca) i mózgu. Detekcji słabych pól magnetycznych towarzyszących elektrycznej aktywności człowieka. Zagadnienie modelowania procesów biologicznych z wykorzystaniem równań różniczkowych. Wykładniczy wzrost i wykładniczy zanik populacji, zagadnienia sprzężenia pomiędzy różnymi procesami oraz stałe czasowe procesów biologicznych. Przykłady zastosowania metody dopasowania zależności funkcyjnych do danych doświadczalnych i uzyskiwanie informacji o wartościach parametrów charakteryzujących dane zjawiska.
3. Fizyka w medycynie II (wykład): Zagadnienia wstępne (rozwoju metod diagnostyki i terapii medycznej wykorzystujących zjawiska fizyczne. Wybrane zagadnienia fizyki jądra atomowego (własności jądra atomowego, rozpady i przemiany promieniotwórcze, przekrój czynny na oddziaływanie). Oddziaływanie promieniowania X i gamma z materią. Oddziaływanie cząstek naładowanych z materią. Obliczanie natężenia promieniowania rozproszonego i absorbowanego (X i gamma). Straty energii cząstek naładowanych na jednostkę długości jej toru. Metody diagnostyczne wykorzystujące promieniowanie X i promieniowanie jądrowe (radiografia, tomografia komputerowa, scyntygrafia, pozytronowa tomografia emisyjna). Metody terapeutyczne wykorzystujące promieniowanie X i promieniowanie jądrowe. Idea i zastosowanie magnetycznego rezonansu jądrowego w diagnostyce medycznej. Elementy fizyki zagrożeń środowiska (hałas, promieniowanie elektromagnetyczne, oświetlenie, promieniowanie jonizujące). Nowoczesne (eksperymentalne) metody diagnostyki i terapii (promieniowanie synchrotronowe, wykorzystanie laserów).
4. Aparatura diagnostyki i terapii medycznej (wykład, laboratorium): Podstawowe testy analityki medycznej oraz zasady działania aparatury do nich wykorzystywanej (morfologia krwi, biochemia, poziom glukozy w płynach ustrojowych, wykorzystanie polarymetru i urometru). Fizyczne podstawy elektrokardiografii. Fizyczne podstawy ultrasonografii. Fizyczne podstawy rentgenodiagnostyki z dokładnym omówieniem zasad działania aparatu RTG. Podstawy działania tomografu rentgenowskiego. Pozytonowa tomografia emisyjna Wykorzystanie zjawiska rezonansu magnetycznego w obrazowaniu medycznym. W trakcie zajęć laboratoryjnych w zakładach opieki medycznej studenci zapoznają się z praktycznymi podstawowymi testami analityki medycznej, wykonaniem EKG, pomiarami ciśnienia tętniczego krwi, badaniem USG. Wykonują przykładowe zdjęcia RTG. Korzystają z aparatury rehabilitacyjnej do oceny



i terapii pacjenta (ocena siły mięśniowej ręki, platforma balansowa, podoskopia). Zapoznają się z aparaturą do densytometrii kości.

### **Grupa zajęć\_6 (Kształcenie praktycznie i specjalistyczne)**

Grupa obejmuje 345 godzin dydaktycznych, w tym 195 godzin wykładów, 60 godzin konwersatoriów i 90 godziny laboratoriów. Przypisano mu 22 punkty ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 1-5.

1. Elementy chemii (wykład, laboratorium): Podstawowe pojęcia i prawa chemii. Materia, pierwiastki, związki, definicja, podział, cechy, przemiany materii. Związki chemiczne, wzory sumaryczne, strukturalne, elektronowe, rezonansowe; podział i nomenklatura związków, podstawowe prawa chemiczne. Reakcje chemiczne, kinetyka reakcji chemicznych, działanie katalizatorów, enzymy. Równowagi chemiczne. Elementy termodynamiki chemicznej. Kwantowo-mechaniczny model budowy atomu. Układ okresowy pierwiastków. Klasyfikacja i charakterystyka wiązań chemicznych. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Ogólna charakterystyka pierwiastków i związków nieorganicznych. Systematyka i nomenklatura związków nieorganicznych. Właściwości chemiczne tlenków, nadtlenki i ponadtlenki. Struktura wody i lodu. Wodorki – podział i właściwości. Właściwości kwasów i zasad, zastosowanie wybranych kwasów oraz ich soli. Hydroliza soli. Roztwory buforowe i ich funkcja w organizmach żywych. Wykład uzupełniony jest o zajęcia w laboratorium chemicznym.
2. Fizjologia komórki i histologia (wykład, konwersatorium): Budowa komórki prokariotycznej i eukariotycznej (zasadnicze cechy komórek roślinnych i zwierzęcych). Chemiczne składniki komórek (woda w komórce, właściwości cząsteczek wody, jej funkcje, jony nieorganiczne w komórce i ich znaczenie, małowcząsteczkowe związki organiczne i makrowcząsteczki w komórce). Metabolizm komórkowy – reakcje kataboliczne i anaboliczne. Enzymy i zaktywowane nośniki energii – budowa i rola w regulacji procesów metabolicznych w komórce. Fotosynteza i oddychanie komórkowe jako przykłady reakcji anabolicznych i katabolicznych. Transport przez błony i w obrębie komórki. Komunikacja wewnątrz- i międzykomórkowa. Geny jako nośniki informacji. DNA i chromosomy (replikacja DNA, od DNA do białka, kod genetyczny, kontrola ekspresji genów). Cykl komórkowy i jego regulacja (podział komórek – mitozą i mejozą, starzenie się i śmierć komórek). Różnicowanie się komórek, powstawanie tkanek, podstawowe rodzaje tkanek u ssaków. Płyny ustrojowe (krew i szpik kostny, grupy krwi, czynnik Rh). Odnowa tkanek (komórki macierzyste, klonowanie terapeutyczne). Tkanki nowotworowe. Wykład uzupełniony o zajęcia laboratoryjne.
3. Anatomia i fizjologia człowieka (wykład, konwersatorium): Tkanki, narządy, układy narządów – organizm człowieka jako całość. Podstawowe układy organizmu człowieka. Mechanizmy obronne organizmu człowieka. Wykład uzupełniony o zajęcia konwersatoryjne.
4. Wstęp do biofizyki (wykład, laboratorium): Biofizyka molekularna (przestrzenna struktura biopolimerów, siły stabilizujące ich strukturę i oddziaływania wewnątrzcząsteczkowe i międzycząsteczkowe, własności hydrodynamiczne makrowcząsteczek: dyfuzja translacyjna i rotacyjna, sedymentacja, lepkość, kooperatywne oddziaływania, metody zastosowane w badaniach struktury makrowcząsteczek). Biofizyka błon biologicznych (struktura i funkcje błon, podstawy organizacji struktur lipidowych, liposomy jako nośniki leków, związków kontrastujących, charakterystyka białek błonowych). Mechanizmy transportu substancji przez błony biologiczne (transport bierny i aktywny, nośniki i kanały, kanały i patologia, typy ATPazy, P-glikoproteina, ATPaza wielooporna na leki). Rola biologicznych membran w procesach detoksykacji ksenobiotyków (cytochrom P450).

Fizyczne podstawy procesów biologicznych (wytwarzanie i magazynowanie energii, struktura i funkcja łańcucha oddechowego i ATP-syntazy). Postulaty teorii chemiosmotycznej (bioenergetyka komórek normalnych i nowotworowych, odbiór i przekazywanie informacji w układzie nerwowym, molekularny mechanizm przekazywania sygnałów w komórce, receptory jonotropowe, metabotropowe i z aktywnością kinaz: struktura, funkcja i regulacja, receptory śmierci i apoptoza). Wolne rodniki (WR) i ich pochodzenie w układach biologicznych (mechanizmy utlenienia biomolekuł, metody oznaczania wolnych rodników, rola wolnych rodników w patogenezie chorób, wykorzystanie substancji produkujących WR w leczeniu nowotworów). Charakterystyka promieniowania elektromagnetycznego i jego oddziaływanie z materią (typy i etapy procesów fotobiologicznych, mechanizmy migracji energii). Fizyko-chemiczne podstawy procesów fotobiologicznych (fotoreceptory, proces widzenia). Efekty promieniowania ultrafioletowego (wpływ promieniowania ultrafioletowego na lipidy, białka oraz kwasy nukleinowe, efekty śmiertelne, mutagenne i patofizjologiczne, mechanizm inicjacji apoptozy przez UV). Fotomedycyna (fotopatofizjologia i fototerapia, fotochemio terapia, zastosowanie laserów w biologii i medycynie). Bioluminescencja (biochemiluminescencja przy aktywacji fagocytów i utlenieniu lipidów, zastosowanie metody biochemiluminescencji w diagnostyce). Pole elektryczne i magnetyczne (stałe i zmienne) oraz wielkości je charakteryzujące (wpływ PEM o niskiej i wysokiej częstotliwości na organizmy, szkodliwe i korzystne efekty działania PEM, zastosowanie w medycynie). Wykład uzupełniony o zajęcia laboratoryjne.

5. Ochrona radiologiczna (wykład, laboratorium): Zajęcia wykładowe i seminaryjne z zakresu procedur i przepisów prawnych ochrony radiologicznej. Prowadzi Inspektor Ochrony Radiologicznej. Zajęcia przygotowują do egzaminu na inspektora IOR. Wstęp - podstawowe pojęcia stosowane w ochronie radiologicznej. Przypomnienie wybranych zagadnień z zakresu promieniotwórczości naturalnej i sztucznej. Zasady ochrony radiologicznej pracowników (podział lokalizacji miejsc pracy, kategorie pracowników, zasady bezpiecznej pracy z promieniowaniem jonizującym, szkolenia, optymalizacja ochrony radiologicznej, nadzór medyczny, ochrona kobiet w ciąży). Kontrola środowiska pracy. Kontrola dawek indywidualnych (zasady kontroli dawek, metody kontroli dawek, dokumentacja narażenia, obserwowane poziomy narażenia zawodowego). Ekspozycja medyczna i narażenie pacjentów (dawki otrzymywane przy różnych rodzajach badań i terapii, czynniki wpływające na dawkę otrzymywaną przez pacjenta, ochrona radiologiczna pacjenta, ochrona kobiet w ciąży, dzieci i młodzieży, odpowiedzialność personelu medycznego). Warunki bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej. Testy kontroli fizycznych parametrów aparatury rentgenowskiej. System zarządzania jakością w rentgenodiagnostyce i radiologii zabiegowej. Organizacja ochrony radiologicznej w Rzeczypospolitej Polskiej i sprawowanie nadzoru. Inspektor ochrony radiologicznej (wymagania dotyczące uzyskania uprawnień, szkolenie i egzamin, obowiązki inspektora). Dyrektywy europejskie i ich wdrożenie do prawodawstwa krajowego.
6. Radionuklidy w medycynie (wykład, konwersatorium, laboratorium): Podstawy zastosowania techniki radioizotopowej w medycynie (radioaktywne izotopy naturalne i sztuczne, prawo rozpadu promieniotwórczego, aktywność promieniotwórcza i jej jednostki, metody otrzymania i charakterystyka izotopów promieniotwórczych stosowanych w medycynie, detekcja promieniowania jonizującego, toksykologia radionuklidów). Diagnostyka radioizotopowa w medycynie *in vitro* (oznaczenie ilości substancji metodą rozcieńczania izotopów, metody radioimmunologiczne, analiza aktywacyjna). Diagnostyka radioizotopowa *in vivo* (mechanizmy transportu i akumulacji radiofarmaceutyków w komórkach, technika obrazowania: planarna,

tomografia emisyjna pojedynczego fotonu (SPECT), pozytonowa tomografia emisyjna (PET), Charakterystyka RN stosowanych w PET i SPECT). Radioterapia (oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią, biologiczne działanie promieniowania jonizującego). Promienioczułość tkanek (prawo Bergonie-Tribondeau, narządy krytyczne, wczesne i późne efekty napromieniania, efekty stochastyczne i deterministyczne, radioliza wody, bezpośrednie i pośrednie efekty promieniowania jonizującego, utlenienie lipidów, białek, uszkodzenia kwasów nukleinowych, efekt tlenowy, cykl komórkowy i śmierć mitotyczna, śmierć apoptyczna i nekrotyczna). Dozymetria (jednostki dozymetryczne, dawki i moc dawki). Techniki radioterapii (wiązki zewnętrzne – teleradioterapia, źródła śródtkankowe – brachyterapia, źródła otwarte – terapia radioizotopowa). Charakterystyka RN stosowanych w różnych technikach radioterapii. Radioterapia konwencjonalna. Radioterapia hadronowa. Terapia protonowa. Terapia wychwytu neutronów (BNCT). Wykład uzupełniony o zajęcia konwersatoryjne i laboratoryjne.

7. Diagnostyka obrazowa (wykład, laboratorium): Anatomia radiologiczna i symptomatologia radiologiczna chorób. Metody obrazowe w diagnostyce wybranych układów i narządów. Procedury optymalizacji badań obrazowych. Symptomatologia radiologiczna w onkologii. Wykład uzupełniony o praktyczne zajęcia w laboratoriach diagnostyki medycznej.
8. Elementy histopatologii (wykład, konwersatorium): Techniki i metody stosowane w badaniach patomorfologicznych (np. w Zakładzie Patomorfologii w Białostockim Centrum Onkologii). Wybrane zjawiska chorobowe: zmiany wsteczne i adaptacyjne, zapalenia swoiste i nieswoiste, zaburzenia w krążeniu, Patologia ogólna nowotworów Stany przednowotworowe. Wybrane nowotwory nabłonkowe i nienabłonkowe łagodne. Wybrane nowotwory nabłonkowe złośliwe. Wybrane nowotwory nienabłonkowe złośliwe. Nowotwory układu krwiotwórczego i chłonnego. Cytodiagnostyka ginekologiczna. Cytodiagnostyka nieginekologiczna. Zajęcia wykładowe uzupełnione o zajęcia praktyczne w laboratoriach diagnostyki medycznej jednostek służby zdrowia.

### **Grupa zajęć\_7 (Kształcenie ogólne)**

Grupa obejmuje 270 godzin dydaktycznych, w tym 45 godzin wykładów, 60 godzin ćwiczeń, 45 godzin konwersatoriów i 120 godzin lektoratów. Przypisano mu 13 punktów ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 1-4 i 6.

1. Lektorat języka angielskiego (lektorat): Student uczestniczy w kształceniu językowym z języka angielskiego właściwym dla poziomu B2. Lektorat prowadzony przez nauczycieli Studium Praktycznej Nauki Języków Obcych UwB (SPNJO).
2. Wychowanie fizyczne (ćwiczenia): Określa Studium Wychowania Fizycznego i Sportu UwB (SWFiS). Student ma możliwość wyboru sekcji sportowej.
3. Etyka i prawo w medycynie (wykład): Wykład ma łączyć wybrane wątki historyczne w medycynie z jej współczesną problematyką. W trakcie wykładu studenci zapoznają się z różnymi dylematami implikowanymi postępowaniem. Systemy normatywne i ich rola w społeczeństwie; prawo a moralność. Etyka jako dział filozofii; pojęcie aksjologii, etyka opisowa, etyka normatywna, etyka stosowana, główne koncepcje etyczne. Zawody lekarskie i około-lekarskie jako zawody zaufania publicznego; normy w medycynie: podstawy prawne i pozaprawne ich wykonywania. Etos lekarza w kontekście rozważań na temat Kodeksu etyki lekarskiej - rys historyczny etyki w medycynie i współczesne standardy. Rozwój biotechnologiczny w dziedzinie medycyny oraz jego skutki z perspektywy rozważań na temat praw człowieka. Pojęcie i rodzaje eksperymentów medycznych na organizmie ludzkim. Współczesne dylematy moralno-prawne implikowane postępowaniem biotechnologicznym w zakresie medycyny.

4. Historia fizyki (konwersatorium): Zajęcia przedstawiają zasadnicze kroki w historycznym rozwoju fizyki w powiązaniu z rozwojem cywilizacyjnym i technologicznym. Początki fizyki, astronomii i matematyki w starożytności. Fizyka średniowieczna. Renesansowy przełom w naukach ścisłych. Fizyka wieku siedemnastego. Oświeceniowe odkrycia w dziedzinie nauk ścisłych. Rozwój przyrodznawstwa w wieku dziewiętnastym. Pojawienie się nowoczesnej fizyki na przełomie XIX i XX stulecia. Historia zaawansowanej fizyki dwudziestego wieku. Studenci wybierają tematy z listy propozycji przedstawionych przez wykładowcę do samodzielnego opracowania i referowania w trakcie zajęć konwersatoryjnych.
5. Podstawy przedsiębiorczości (wykład, konwersatorium): Celem zajęć jest charakterystyka działań przedsiębiorczych i ich uwarunkowań, określenie sposobu działań przedsiębiorcy i przedsiębiorstwa, poznanie środków i sposobów wspomagania przedsiębiorczości i przedsiębiorstw oraz przedstawienie zasad podejmowania działalności gospodarczej w ramach przedsiębiorstwa. Komercjalizacja wyników badań naukowych. W ramach zajęć seminaryjnych studenci referują wybrane problemy szczegółowe.
6. Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej (wykład): Prawo w działalności naukowo-dydaktycznej, ochrona własności przemysłowej, prawo patentowe i autorskie, zasady zarządzania zasobami własności intelektualnej.

#### **Grupa zajęć\_8 (Podsumowanie kształcenia)**

Grupa obejmuje 45 godzin dydaktycznych, w tym 15 godzin konwersatorium, 15 godzin laboratoriów i 15 godzin seminariów. Przypisano mu 16 punktów ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrze 4 i 6.

1. Elementy fizyki współczesnej (konwersatorium): Studenci zostają zapoznani z tematyką badań prowadzonych w zakładach naukowych Wydziału Fizyki. Otrzymują propozycje tematów prac dyplomowych, ustalają formę i zakres zadań objętych pracą.
2. Seminarium dyplomowe (seminarium): Przedmiot jest związany z pisaniem przez studentów pracy licencjackiej. Student referuje zagadnienia związane z tematyką własnej pracy dyplomowej. Bierze udział w dyskusji seminaryjnej. Przedmiot jest realizowany w ścisłej współpracy z opiekunem pracy.
3. Sztuka prezentacji osiągnięć (laboratorium): Celem zajęć jest nauka prezentacji przez studenta swoich wyników osiągniętych podczas pisania pracy dyplomowej ewentualnie wyników profesjonalnych badań naukowych (wybór zależny od prowadzącego). Każdy student jest zobowiązany do wykonania prezentacji multimedialnej w programie typu Microsoft PowerPoint, LibreOffice Impress i zaprezentowania (15-20 min.) przed grupą konwersatoryjną.

#### **Grupa zajęć\_9 (Praktyki zawodowe)**

Grupa obejmuje 120 godzin praktyk zawodowych realizowanych po semestrze 4. Praktyka ciągła w jednostkach służby zdrowia.

#### **Grupa zajęć\_10 (Nadobowiązkowy)**

Grupa składa się z dwóch przedmiotów, które student nie musi zrealizować. Pierwszy to „Przedmiot monograficzny” Obejmuje on 30 godzin wykładów i/lub 15-30 godzin ćwiczeń/konwersatoriów w zależności od przedmiotu. Przypisano mu min. 3 punkt ECTS. Drugi to „Przedmiot na innym kierunku” realizowany na Uniwersytecie w Białymstoku.

Obejmuje on 15 lub 30 godzin wykładów i/lub ćwiczeń/konwersatoriów w zależności od oferty przedstawianej Wydziałowi. Przypisano mu min. 1 punkt ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 1-6.

1. Przedmiot monograficzny (wykład lub wykład + konwersatorium): Przedmiot może być realizowany w języku angielskim. Zajęcia dotyczące zagadnień fizyki współczesnej (doświadczalnej lub teoretycznej). Zajęcia dla studentów ambitnych. Przykładowe proponowane przedmioty: Klasyczne i kwantowe układy z więzami, Elementy teorii solitonów, Zdegenerowane gazy atomowe, Kondensat Bosego-Einsteina, Optyka kwantowa, Informatyka kwantowa, Elementy teorii pola, Wstęp do teorii strun, Ogólna teoria względności, Procesy akrecyjne w astrofizyce, Metody transportowe w fizyce ciała stałego, Promieniowanie synchrotronowe i jego wykorzystanie w naukach przyrodniczych, Spektroskopia mössbauerowska. Metody rentgenowskie i neutronowe w medycynie, Analiza powierzchni i cienkich warstw.
2. Przedmiot na innym kierunku (wykład i/lub konwersatorium): Przedmiot może być realizowany w języku angielskim. lista przedmiotów jest podawana rokrocznie. Przedmioty realizowane na przykład na wydziałach Biologicznym, Chemicznym, Filologicznym, Historii i Stosunków Międzynarodowych, Katedrach Teologii.

**Uwaga:** Następujące przedmioty z modułów 1-5 realizowane na specjalności fizyka (ogólna) w języku angielskim mogą być wybrane przez studenta i zaliczone na specjalizacji Fizyka medyczna: Wstęp do fizyki, Mechanika, Rachunek niepewności pomiarowych, Termodynamika, Astronomia, Budowa materii, Wstęp do matematyki, Algebra z geometrią, Elementy elektrodynamiki klasycznej, Elementy mechaniki kwantowej, Narzędzia komputerowe, Komputerowe metody obliczeniowe, Programowanie I, Programowanie II, Algorytmy i struktury danych, Metody numeryczne, Elektronika, Historia fizyki, Elementy fizyki współczesnej. „Przedmiot na innym kierunku” z grupy zajęć nadobowiązkowych **może** być realizowany w języku angielskim.

### **TREŚCI PROGRAMOWE GRUP ZAJĘĆ**

*Specjalność: Fizyka Gier Komputerowych i Robotów*

#### **Grupa zajęć \_1 (Podstawy fizyki)**

Grupa obejmuje 585 godzin dydaktycznych, w tym 210 godzin wykładów, 165 godzin konwersatoriów i 210 godzin laboratoriów. Przypisano mu 55 punkty ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 1-6.

1. Wstęp do fizyki (wykład, konwersatorium, laboratorium): Zapoznanie z podstawowymi zjawiskami fizycznymi i naukową metodą badań fizycznych oraz podstawowymi wielkościami fizycznymi i ich jednostkami. Zasady zachowania w fizyce. Fizyka klasyczna i kwantowa. Wykład uzupełniony jest pokazami związanymi z tematyką zajęć. Na zajęciach laboratoryjnych studenci przeprowadzają proste doświadczenia i przygotowują raporty z analizą niepewności pomiarowych.
2. Mechanika (wykład, konwersatorium, laboratorium): Podstawowe pojęcia, zasady i teorie fizyczne funkcjonujące na gruncie fizyki klasycznej (formalizm mechaniki punktu materialnego i bryły sztywnej, podstawowe zasady zachowania w przyrodzie, oddziaływania grawitacyjne, statyka i dynamika płynów, fale sprężyste). Zrozumienie znaczenia eksperymentu fizycznego jako sposobu weryfikacji koncepcji teoretycznych. Wykład uzupełniony jest pokazami, konwersatoriami i zajęciami laboratoryjnymi, na których studenci samodzielnie przeprowadzają doświadczenia z mechaniki o niewielkim stopniu złożoności.

3. Elektryczność i magnetyzm (wykład, konwersatorium, laboratorium): Podstawowe pojęcia oraz formalizm związany z opisem źródeł pola elektrycznego, magnetycznego i elektromagnetycznego. Podstawowe zjawiska elektromagnetyczne. Prawo Coulomba, twierdzenie Gaussa-Ostrogradskiego, Stokesa, równanie Poissona, Laplace'a, prawo Biota-Savarta i Ampera, Prawa przepływu prądu elektrycznego, efekt Halla, równania Maxwella, obwody prądu zmiennego, drgania wymuszone, pole elektryczne i magnetyczne w materii. Wykład uzupełniony jest pokazami, konwersatoriami i zajęciami laboratoryjnymi związanymi z tematyką przedmiotu.
4. Termodynamika (wykład, konwersatorium, laboratorium): Formalizm opisu i metody jakościowej i ilościowej analizy układów wielu ciał. Zasady termodynamiki. Elementy fizyki statystycznej. Wstęp do fizyki przejść fazowych. Wykład uzupełniony pokazami, konwersatoriami z wykorzystaniem komputerowych narzędzi obliczeniowych oraz zajęciami laboratoryjnymi.
5. Optyka i fale (wykład, konwersatorium, laboratorium): Powstawanie obrazu optycznego z uwzględnieniem konsekwencji falowej natury światła: odbicia, załamania, spójności, interferencji, dyfrakcji, polaryzacji, rozpraszania i innych oddziaływań światła z materią. Podstawowe elementy optyczne wraz z ich wykorzystaniem w przyrządach optycznych. Optyka kwantowa. Wykład uzupełniony jest pokazami, konwersatoriami i zajęciami laboratoryjnymi związanymi z tematyką przedmiotu.
6. Dynamika układów złożonych (wykład, konwersatorium, laboratorium): Przedmiotem zajęć będą zastosowania mechaniki klasycznej do opisu układów złożonych z wielu obiektów. Poczynając od dynamiki oddziałujących punktów materialnych, poprzez układy punktów z więzami, dynamikę swobodnej bryły sztywnej w 2D i 3D, dynamikę bryły sztywnej z więzami, dynamikę stykających się brył sztywnych. Kończąc na układach mieszanych, gdzie wyżej wymienione obiekty mogą ulegać oddziaływaniu na odległość lub ulegać kolizji.
7. Wstęp do astronomii (wykład, laboratorium): Wprowadzenie do astronomii współczesnej. Podstawowe pojęcia dotyczące Układu Słonecznego, gwiazd, galaktyk i kosmologii. Prawa Keplera, prawo Hubble'a. Wykład uzupełniony pokazami i filmami np. symulacje komputerowe ewolucji Wszechświata, zderzenia galaktyk. W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci rozwiązują zadania rachunkowe.
8. Budowa materii (wykład, konwersatorium, laboratorium): Wprowadzenie do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych (podstawowe wiadomości o jądrach atomowych, wybrane modele struktury jądra atomowego, przemiany i reakcje jądrowe, promieniotwórczość, pochodzenie pierwiastków, elementy Modelu Standardowego), fizyki atomu i cząsteczki (funkcje falowe atomu wodoru, moment magnetyczny atomu, atomy w polu magnetycznym i elektrycznym, struktura atomów wieloelektrodowych, laser), fizyki ciała stałego (pasma energetyczne, nadprzewodnictwo, wiązania chemiczne, własności magnetyczne ciał stałych) oraz podstawowych oddziaływań w przyrodzie. Wykład uzupełniony pokazami, konwersatoriami i zajęciami laboratoryjnymi.
9. Obliczeniowa dynamika płynów (wykład, laboratorium): W pierwszej części wykładu omówione zostaną podstawy fizyczne pozwalające badać dynamikę płynów (cieczy i gazów) oraz wprowadzony zostanie niezbędny aparat matematyczny. Następnie wprowadzimy równania matematyczne modelujące ruch cieczy i gazów. Najobszerniejsza część wykładu dotyczyć będzie algorytmów numerycznych (bazujących na metodach różnicowych, metodzie "cząstek w komórce", "cząstek znaczonych", czy też metodzie elementu skończonego) umożliwiających analizę zachowania cieczy i gazów w obecności zewnętrznych sił.

## **Grupa zajęć\_2 (Narzędzia matematyki)**

Grupa obejmuje 360 godzin dydaktycznych, w tym 120 godzin wykładów, 165 godzin konwersatoriów i 75 godzin laboratoriów. Przepisano mu 29 punktów ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 1-3.

1. Wstęp o matematyki (konwersatorium): Wybrane zagadnienia matematyki elementarnej. Podstawowe wiadomości z logiki i teorii mnogości. Indukcja matematyczna. Równania i nierówności algebraiczne. Własności i wykresy funkcji elementarnych. Funkcja wykładnicza. Logarytm. Funkcje trygonometryczne i cyklometryczne. Podstawowe wiadomości o liczbach zespolonych. Wektory. Elementy geometrii analitycznej. Prosta, płaszczyzna, krzywe stożkowe. Elementy kombinatoryki. Elementarny wstęp do rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej. Wykład uzupełniony o konwersatoria (ćwiczenia rachunkowe): studenci samodzielnie rozwiązują zadania służące wyrobieniu biegłości rachunkowej, wykształceniu krytycznego myślenia i samodzielnego formułowania problemów.
2. Rachunek różniczkowy i całkowy I (wykład, konwersatorium): Podstawy analizy matematycznej funkcji jednej zmiennej rzeczywistej. Zbiór liczb rzeczywistych i jego podzbiory. Ciągi i szeregi liczbowe. Liczba Eulera  $e$ . Funkcje jednej zmiennej. Granica funkcji, ciągłość, różniczkowalność. Pochodne funkcji elementarnych. Pochodna funkcji złożonej. Pochodna funkcji odwrotnej. Szereg Taylora. Ekstrema lokalne i ekstrema globalne. Badanie funkcji jednej zmiennej rzeczywistej. Obliczanie całek nieoznaczonych. Całka oznaczona (całka Riemanna). Metody przybliżone obliczania całek. Wykład uzupełniony o konwersatoria (ćwiczenia rachunkowe) służące wyrobieniu biegłości w stosowaniu narzędzi analizy do formułowania i rozwiązywania problemów praktycznych.
3. Rachunek różniczkowy i całkowy II (wykład, konwersatorium, laboratorium): Funkcje wielu zmiennych i równania różniczkowe zwyczajne. Pochodna cząstkowa i pochodna kierunkowa. Ekstrema lokalne i globalne funkcji dwóch zmiennych. Funkcje uwikłane. Podstawy teorii krzywych w przestrzeni. Krzywizna. Całki podwójne, potrójne oraz ich zastosowania. Zamiana zmiennych, jacobian. Obliczanie gradientu, rotacji, dywergencji. Całki krzywoliniowe (praca, krążenie pola wzdłuż krzywej). Całki powierzchniowe (strumień pola). Twierdzenia Greena, Gaussa i Stokesa. Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych rzędu pierwszego. Rozwiązywanie równań liniowych o stałych współczynnikach. Równania liniowe niejednorodne. Układy równań, metoda macierzowa. Zastosowania równań różniczkowych w fizyce.
4. Algebra z geometrią (wykład, konwersatorium, laboratorium): Podstawy algebry liniowej. Liczby zespolone i ich własności. Wektory, macierze: podstawowe operacje i własności. Wyznacznik macierzy. Macierz odwrotna. Układy równań liniowych: metody rozwiązywania, interpretacja geometryczna. Przestrzenie liniowe, liniowa niezależność, baza, wymiar. Transformacje współrzędnych przy zmianie bazy. Odwzorowania liniowe i ich macierze (przykłady geometryczne: rzuty i obroty). Wektory i wartości własne. Diagonalizacja macierzy. Przestrzenie euklidesowe i unitarne. Ortogonalizacja bazy. Macierze hermitowskie, ortogonalne i unitarne. Kwaterniony. Formy kwadratowe, kwadryki. Wykład uzupełniony o konwersatoria (ćwiczenia rachunkowe) służące wyrobieniu biegłości w stosowaniu narzędzi algebraicznych do formułowania i rozwiązywania problemów praktycznych.
5. Metody numeryczne i algorytmy (wykład, laboratorium): Wykład oraz laboratorium mają na celu zaznajomić studentów z podstawowymi metodami analizy, algebry oraz probabilistyki numerycznej. Podejmowane tematy i zagadnienia: 1) Analiza numeryczna: szukanie zer funkcji jednej zmiennej, numeryczne całkowanie, minima funkcji wielu zmiennych, równania różniczkowe zwyczajne, równania różniczkowe cząstkowe, równania całkowe. 2) Algebra numeryczna: rozwiązywanie układu równań liniowych, układy równań nieliniowych, wartości własne i wektory własne. 3) Szybka

transformata Fouriera: różniczkowanie, całkowanie, rozwiązywanie równań różniczkowych cząstkowych. 4) Probabilistyka numeryczna: generatory liczb pseudolosowych o rozkładzie jednostajnym, kwadratura Monte Carlo, konstrukcja generatorów liczb pseudolosowych o rozkładach innych niż jednostajny, metoda Monte Carlo.

### **Grupa zajęć \_3 (Narzędzia informatyki)**

Grupa obejmuje 270 godzin dydaktycznych, w tym 75 godzin wykładów i 195 godzin laboratoriów. Przepisano mu 23 punktów ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 1-3 i 6.

1. Systemy operacyjne (wykład, laboratorium): Zajęcia rozbudowują wiedzę informatyczną studenta, przygotowują go do pracy w systemie operacyjnym Linux/Unix oraz do świadomego użytkownika systemu rodziny Windows. Poznawane są kluczowe mechanizmy systemów operacyjnych (menadżer pamięci, zarządzanie operacjami wejścia-wyjścia, wielozadaniowość), a także te niskopoziomowe aspekty pracy komputera - jak przerwania sprzętowe/programowe czy też systemy plików. Wszystko to pozwoli studentowi kontynuować pracę z dziedziny IT w kolejnych semestrach (np. podczas programowania, metod numerycznych czy zajęć z komputerami jednopłytkowymi - Raspberry Pi) oraz podczas zajęć z mikrokontrolerów / Internetem rzeczy (zajęcia prowadzone na platformie Arduino). Ponieważ są to zajęcia na pierwszym semestrze, nie jest wymagane wcześniejsza znajomość systemu Linux/Unix ani zaawansowane użytkowanie systemu Windows.
2. Programowanie strukturalne (wykład, laboratorium): Celem przedmiotu jest nauczenie podstaw programowania komputerów przy wykorzystaniu imperatywnego języka wysokiego poziomu. Poza opanowaniem podstawowych technik programistycznych ważne jest również, aby nauczyć właściwej metodologii rozwiązywania problemów poprzez tworzenia prostych algorytmów i ich realizację w paradygmacie programowania strukturalnego. Przedmiot powinien umożliwić studentom samodzielne tworzenie programów wykorzystujących podstawowe typy danych, a także korzystających z dynamicznego zarządzania pamięcią, podprogramów i rekurencji. Zajęcia będą prowadzone w oparciu o język C.
3. Programowanie obiektowe (wykład, laboratorium): Celem zajęć jest zapoznanie studentów z paradygmatem programowania obiektowego. Pierwszym etapem będzie wprowadzenie pojęcia obiektu i idei zamknięcia danych i mechanizmów istotnych dla wewnętrznego działania obiektu w postaci implementacji obiektu, a odsłonięcia danych i mechanizmów istotnych dla użytkownika obiektu w postaci interfejsu obiektu. Zostaną omówione zasady tworzenia obiektów za pomocą kompozycji i hierarchii obiektów za pomocą dziedziczenia. W następnym etapie zostanie omówiony mechanizm polimorfizmu jako istotny mechanizm pozwalający na rozbudowę programu o nowe elementy. Na zakończenie zostaną wprowadzone szablony i paradygmat programowania uogólnionego. Zajęcia będą kontynuacją programowania strukturalnego i będą prowadzone w języku C++.
4. Modelowanie 3D (laboratorium): Zajęcia skupiają się na jednym narzędziu pracy - programie Blender. Wybór tego konkretnego rozwiązania podyktowany jest wieloma czynnikami - jest to program wieloplatformowy (działa w systemie Linux, Unix, Windows), darmowy (w tym do wykorzystania w pracy komercyjnej) oraz bardzo rozbudowany i oferujący mnóstwo możliwości. Student poznaje podstawowe techniki modelowania trójwymiarowego i teksturowania. Omawiane są podstawy animacji. Cała poznana wiedza nie ogranicza się jedynie do tego konkretnego narzędzia pracy - student



po zaliczeniu przedmiotu w łatwy sposób może zacząć korzystać z innego programu do modelowania. Zdobyta wiedza może być wykorzystana w pracy jako grafik komputerowy, ale także jako projektant modeli (w tym także drukowanie 3D). Zaliczenie zajęć polega na stworzeniu większego projektu (projekt pomieszczenia - np. kuchni, projekt martwej natury - np. samochodu), którego może stanowić portfolio studenta. Takie portfolio student będzie mógł zaprezentować potencjalnemu pracodawcy po skończeniu studiów.

5. Programowanie skryptowe (wykład, laboratorium): Wprowadzenie do programowania w popularnych językach skryptowych takich jak: Python, JavaScript, LUA, LibreOffice Basic, AutoIt. Wykorzystanie języków skryptowych do tworzenia dynamicznych stron internetowych, graficznych interfejsów użytkownika, sterowania aplikacjami poprzez ich API. Wykorzystywanie wybranych bibliotek programistycznych do tworzenia animacji, przetwarzania obrazu, wizualizacji danych, obliczeń naukowych. Pisanie skryptów powłoki.
6. Programowanie równoległe (wykład, laboratorium): Celem zajęć jest poznanie podstawowych architektur umożliwiających obliczenia równoległe i nauczenie się pisania programów wykorzystujących możliwości tych maszyn. Na zajęciach zostanie omówione programowanie równoległe na maszyny z pamięcią współdzieloną, rozproszoną i programowanie kart graficznych. Odpowiednio zostaną użyte otwarte i dobrze ugruntowane standardy: OpenMP, MPI, OpenCL i CUDA.

#### **Grupa zajęć\_4 (Kształcenie praktycznie i specjalistyczne)**

Grupa obejmuje 630 godzin dydaktycznych, w tym 105 godzin wykładów, 15 godzin konwersatoriów i 510 godzin laboratoriów. Przypisano mu 45 punktów ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 1-6.

1. Wstęp do elektroniki (laboratorium): Przedmiot wprowadza studenta do budowy prostych układów elektronicznych. Wykorzystywana będzie płytki stykowa, która rozwiązuje problem lutowania układów. Poznawane będą podstawowe prawa elektroniki (prawa Kirchhoffa, prawo Ohma), elementy elektroniczne oraz ich funkcje w układach elektronicznych. Na zajęciach wykorzystamy miernik uniwersalny, dzięki któremu zmierzmy wybrane wielkości fizyczne a także sprawdzimy poznawane prawa. Poznamy układ w obudowie DIP (timer 555) i jego zastosowania. Zajęcia przygotowują studenta do przyszłych zajęć z programowania elektroniki (kolejne semestry edukacji).
2. Grafika komputerowa 2D (laboratorium): Celem przedmiotu jest poznanie podstaw tworzenia i obróbki dwuwymiarowej grafiki rastrowej i wektorowej. W przypadku grafiki rastrowej główny nacisk położony będzie na edycję istniejącego obrazu i poznanie typowych narzędzi do tego wykorzystywanych. W przypadku grafiki wektorowej skoncentrujemy się na tworzeniu od podstaw obrazów wektorowych poczynając od szkicu, poprzez trasowanie i dalszą edycję do gotowego obrazu wektorowego. W zajęciach zostaną wykorzystane darmowe i ogólnodostępne narzędzia (Linux, Windows, Mac OS X) takie jak Gimp, Luminance HDR i Inkscape.
3. Programowanie mikroprocesorów (wykład, laboratorium): Zajęcia obejmują programowanie mikroprocesorów i różnych czujników elektronicznych. Skupiamy się na platformie Arduino UNO i na środowisku Arduino IDE. Zajęcia wykorzystują wiedzę studenta z umiejętności programowania w C/C++, podstaw elektroniki i fizyki. Duży nacisk zostaje położony na część praktyczną – pracy w laboratoriach. Studenci będą mieli okazję sterować silnikami prądu stałego (w tym serwo mechanizmami, silnikami krokowymi), czujnikami ruchu, czujnikami pola magnetycznego i innymi. Omawiana będzie komunikacja bezprzewodowa pomiędzy mikrokontrolerami –

Bluetooth, sieć radiowa, sieć Wi-Fi. Student poznaje także Processing jako narzędzie do wizualizacji pomiarów wykonywanych przez Arduino.

4. Wizualizacja danych (laboratorium): W erze niezwykle szybkiego rozwoju komputerów – ich mocy obliczeniowej, pojemności pamięci operacyjnej i dostępności przestrzeni na przechowywanie danych – pojawia się możliwość dokładnego opisu zjawisk nas otaczających poprzez pomiar czy symulację. To prowadzi do pojawienia się bardzo dużej ilości danych, które wymagają interpretacji. Często nieporównanym sposobem na to by szybko zrozumieć co się dzieje jest przedstawienie tych danych w postaci graficznej. To nazywamy wizualizacją danych. Przedmiotem zajęć jest wizualizacja danych różnych typów takich jak dane skalarne, wektorowe i tensorowe w 1D, 2D i 3D. Dane prezentowane będą w postaci zwykłych wykresów 2D, wykresów 3D: gęstości, konturowych, powierzchni 3D, wykresów wektorowych i wykresów izo-powierzchni. W przypadku niektórych danych techniki mogą być łączone. W końcu tworzone będą pojedyncze obrazy jak i całe sekwencje, które następnie posłużą do stworzenia animacji. Podstawowym narzędziem będzie język Python z użyciem bibliotek NumPy (numeryczna biblioteka Pythona), SciPy (naukowa biblioteka Pythona), Matplotlib (biblioteka Pythona do robienia wykresów) oraz TVTK i Mayavi (biblioteki Pythona do zaawansowanej wizualizacji danych 3D).
5. Programowanie gier 2D (laboratorium): Celem zajęć jest wprowadzenie studenta w świat tworzenia gier z wykorzystaniem „silnika”. Podczas zajęć student dowie się jak: tworzyć obiekty (np. cząsteczki), nadawać właściwości fizyczne obiektom (gęstość, tarcie, współczynnik odbicia), tworzyć obiekty o nieregularnym kształcie, obiekty złożone z kilku innych (np. mosty łańcuchowe), dodawać „silnik” wprawiający zadany obiekt w ruch obrotowy, wprowadzać siłę oddziaływującą na obiekty. Opanowanie podstaw tworzenia gier 2D za pomocą (przynajmniej) jednego z narzędzi, takich jak: LibGDX, Unity, SDL, Cocos2d-x, Defold. Zagadnienia poruszane na zajęciach: Instalacja środowiska. Generator projektów. Narzędzia do tworzenia atlasów tekstur. Metody przechwytywania zdarzeń (sterowanie za pomocą klawiatury, dotyku, wykorzystanie czujników (akcelerometry wbudowane w telefon). Wykrywanie kolizji. Efekty muzyczne i dźwiękowe. Refaktoryzacja kodu. Menadżer zasobów. Standardowa struktura projektu. Metody oraz narzędzia pozwalające na wyświetlanie tekstu w grze. Efekty cząsteczkowe. Podział gry na sceny. Efekty przejść między scenami. Tworzenie interfejsu graficznego. Zastosowanie silnika fizyki (biblioteka Box2D). Edytory ułatwiające wykorzystanie silnika fizyki w grze. Przeportowanie gry na inne platformy (Android, HTML5).
6. Programowanie gier 3D (laboratorium): Zajęcia są kontynuacją przedmiotu "Modelowanie 3D" – poznajemy tu możliwość wykorzystania Blendera do tworzenia gier czasu rzeczywistego. Uczymy się tworzenia tzw. platformówek, a następnie TPS (gier „trzeciopersonowych”) oraz popularnych FPS (gier widzianych z perspektywy gracza). Pierwsza część modułu obejmuje tworzenie gier bez umiejętności programowania – dzięki interaktywnemu edytorowi logiki gier. W dalszej części wykorzystywany będzie język Python. Ćwiczone będą wykrywanie kolizji, teksturowania a także dodawanie elementów audio. Zaliczenie przedmiotu polega na stworzeniu projektu przez studenta (dwóch studentów pracujących w grupie). Dzięki temu student rozbudowuje swoje portfolio, które będzie mógł zaprezentować potencjalnemu pracodawcy po skończeniu studiów.
7. Programowanie grafiki 3D (wykład, laboratorium): Wiele współczesnych aplikacji prezentuje dane w postaci graficznej, czyli wizualizuje dane. Typowymi przykładami takich aplikacji są gry komputerowe, aplikacje do modelowania 3D, CAD, czy też aplikacje obsługujące urządzenia medyczne takie jak USG czy tomograf. Oczywiście to tylko nieliczne przykłady. We wszystkich tych zastosowaniach grafika wyświetlana jest w czasie rzeczywistym i w interakcji z użytkownikiem aplikacji.

To wymaga napisania tak zwanego silnika graficznego, czyli części aplikacji odpowiedzialnej za szybkie wyświetlanie grafiki w czasie rzeczywistym. Przedmiotem tych zajęć jest programowanie silnika graficznego aplikacji. Do tego potrzebne jest poznanie i umiejętność zastosowania podstawowych koncepcji stojących za tworzeniem i renderowaniem sceny 3D takich jak modelowanie, transformacje, rzutowanie, oświetlenie, teksturowanie i kilka innych. By to osiągnąć będzie wykorzystana otwarta biblioteka graficzna OpenGL (ang. Open Graphics Library). Jest to biblioteka do tworzenia grafiki 2D i 3D ze sprzętowym wsparciem przyspieszania operacji graficznych ze strony producentów kart graficznych. Dzięki temu skomplikowane sceny mogą być wyświetlane w czasie rzeczywistym. Inną zaletą tej biblioteki jest jej przenośność. Działa ona praktycznie na każdej obecnej na rynku platformie sprzętowej i ma porty do większości języków programowania. Biblioteka ta udostępnia zarówno ustaloną ścieżkę renderowania (stary sposób programowania grafiki za pomocą zamkniętego zestawu funkcji dostępnych w bibliotece) jak i nowoczesne podejście za pomocą podprogramów modyfikujących wierzchołki i piksele (ang. vertex shader, pixel shader). W końcu biblioteka ta współpracuje z najnowszym standardem w dziedzinie przyspieszania renderowania grafiki jakim jest standard Vulkan ogłoszony przez grupę Khronos 16 lutego 2016.

8. Komputery SBC (wykład, laboratorium): Zajęcia uczą pracy z wykorzystaniem komputera jednopłytkowego Raspberry Pi. Na zajęciach student zapozna się z podstawową obsługą komputera jednopłytkowego (np. jego podłączenie do sieci internetowej, podłączeniem czujników). Posiędzie wiedzę na temat zbierania danych z czujników, korzystania ze złącz GPIO, sterowania sprzętem elektronicznym poprzez komputer jak i komputerem poprzez smartphona. Student na zajęciach zbuduje centrum multimedialne oraz nauczy się programować komputery SBC z wykorzystaniem języka Python.
9. Internet rzeczy (IoT) (laboratorium): Zapoznanie studentów z podstawowymi technikami niezbędnymi do projektowania i programowania aplikacji Internetu rzeczy. Omówienie i implementacja wybranych standardów webowych do wymiany danych pomiędzy urządzeniami elektronicznymi takimi jak na przykład komputery SBC czy układy mikrokontrolerowe powiązane z projektem Arduino. Tworzenie aplikacji typu mashup.
10. Elektronika (wykład, laboratorium): Zapoznanie studentów z podstawowymi układami elektronicznymi: analogowymi i cyfrowymi, ich zasadą działania i wykorzystaniem w technice pomiarowej. Bieguny obwody RC. Diody. Wzmacniacze tranzystorowe (bipolarne i unipolarne - MOSFET). Wzmacniacze operacyjne (podstawowe konfiguracje pracy). Komparator. Zasilacze i stabilizatory napięcia. Elementy techniki cyfrowej (podstawowe układy). Przetworniki c/a i a/c.
11. Obliczeniowa fizyka gier (wykład, laboratorium): Przedmiot ma być syntezą wcześniej zdobytej wiedzy z zakresu fizyki, matematyki, programowania, algorytmów i metod numerycznych oraz programowania grafiki 3D. Celem zajęć będzie zaprojektowanie i zaprogramowanie kilku działających silników fizycznych z wizualizacją w czasie rzeczywistym. Przykładowe układy, które będą użyte to: swobodne i oddziałujące punkty materialne, punkty materialne z więzami, swobodna bryła sztywne, bryła sztywne z więzami, układ złożony z bryły sztywnej i punktów materialnych. Na bazie tych układów będą tworzone prototypy gier takich jak bilard, symulatory jazdy pojazdem jednośladowym, dwuśladowym, symulatory pojazdów latających i pływających.
12. Programowanie w LabVIEW (wykład, konwersatorium, laboratorium): Zapoznanie się z oprogramowaniem obiektowym LabVIEW oraz tworzeniem wirtualnych narzędzi wykorzystywanych w eksperymentach fizycznych, ich zasadą działania

oraz przykładami. Sygnały pomiarowe, ich transmisja i przetwarzanie RealTime. Standardowe oraz specjalistyczne interfejsy pomiarowe (VXI, IEEE-488, DAQ). Elementy sterowania w układzie pomiarowym na przykładach LabView. Przykłady zastosowania technik pomiarowych w fizyce. Zajęcia konwersatoryjne i laboratoryjne obejmują cykl ćwiczeń w celu zapoznania się z LabVIEW oraz wykonania zadań w zakresie tworzenia programów do analizy danych i sterowania w eksperymentach na przykładzie wybranych zjawisk fizycznych.

13. Projektowanie i druk 3D (laboratorium): Wprowadzenie do projektowania CAD: tworzenie obiektów 3D, projektowanie parametryczne, wymiarowanie, renderowanie. Programowanie grafiki w OpenSCAD. Podstawy druku 3D: omówienie budowy drukarki 3D, przygotowanie modelu do druku, obsługa drukarki 3D.
14. Programowanie dynamicznych aplikacji internetowych (wykład, laboratorium): Przedmiot jest poświęcony programowaniu w języku JavaScript dynamicznych aplikacji, pracujących na serwerze, mających dostęp do różnego typu zasobów (np. baz danych) i komunikujących się z użytkownikiem poprzez sieć komputerową z wykorzystaniem przeglądarki internetowej. Materiał przedmiotu obejmuje następujące zagadnienia: wykorzystanie środowiska programistycznego Node.js i komponentu Express do tworzenia dynamicznych serwerów WWW, programowanie usług internetowych po stronie serwera, tworzenie relacyjnych i nierelacyjnych baz danych i interakcja z nimi z poziomu kodu JavaScript w Node.js, definiowanie statycznych i dynamicznych tras internetowych oraz tworzenie skryptów serwerowych do ich obsługi, korzystanie z biblioteki jQuery i platformy Bootstrap, programowanie aplikacji jednostronicowych (SPA) z wykorzystaniem Vue.js i AngularJS, tworzenie aplikacji sterujących urządzeniami elektronicznymi (IoT).

### **Grupa zajęć\_5 (Kształcenie ogólne)**

Grupa obejmuje 285 godzin dydaktycznych, w tym 60 godzin wykładów, 60 godzin ćwiczeń, 45 godzin konwersatoriów i 120 godzin lektoratów. Przypisano mu 14 punktów ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 1-6.

1. Lektorat języka angielskiego (lektorat): Student uczestniczy w kształceniu językowym z języka angielskiego właściwym dla poziomu B2. Lektorat prowadzony przez nauczycieli Studium Praktycznej Nauki Języków Obcych UwB (SPNJO).
2. Wychowanie fizyczne (ćwiczenia): Określa Studium Wychowania Fizycznego i Sportu UwB (SWFIS). Student ma możliwość wyboru sekcji sportowej.
3. Etyka i prawo w informatyce (wykład): Wykład ma łączyć wybrane wątki historyczne w informatyce z jej współczesną problematyką. W trakcie wykładu studenci zapoznają się z różnymi dylematami implikowanymi postępowaniem. Systemy normatywne i ich rola w społeczeństwie; prawo a moralność. Etyka jako dział filozofii; pojęcie aksjologii, etyka opisowa, etyka normatywna, etyka stosowana, główne koncepcje etyczne. Zawody informatyków i około-informatyczne jako zawody zaufania publicznego; normy w informatyce: podstawy prawne i pozaprawne ich wykonywania. Rys historyczny etyki w informatyce i współczesne standardy. Współczesne dylematy moralno-prawne implikowane postępowaniem informatyki i biotechnologicznym.
4. Inżynieria oprogramowania (wykład): Przegląd pojęć i terminologii związanych z inżynierią oprogramowania (IO). Rys historyczny powstawania zasad IO. Przedstawienie podstawowych faz tworzenia oprogramowania w ujęciu procesu produkcyjnego. Wpływ sprzętu, ludzi, oprogramowania na systemy informatyczne. Koszty oraz analiza ryzyka w procesie tworzenia systemów informatycznych. Modele życia projektów. Dokumentacja projektowa.
5. Historia nauki (konwersatorium): Zajęcia przedstawiają zasadnicze kroki w historycznym rozwoju nauki w powiązaniu z rozwojem cywilizacyjnym

i technologicznym. Początki fizyki, astronomii i matematyki w starożytności. Fizyka średniowieczna. Renesansowy przełom w naukach ścisłych. Fizyka wieku siedemnastego. Oświeceniowe odkrycia w dziedzinie nauk ścisłych. Rozwój przyrodznawstwa w wieku dziewiętnastym. Pojawienie się nowoczesnej fizyki na przełomie XIX i XX stulecia. Historia zaawansowanej fizyki dwudziestego wieku. W powiązaniu z historią fizyki będzie omawiana historia matematyki i astronomii. Zajęcia będą wzbogacone o treści związane z historią początków chemii (alchemia, jatrochemia) oraz z historią chemii w osiemnastym, dziewiętnastym i dwudziestym wieku (teorie spalania, początki chemii organicznej, agrochemii i chemii farmaceutycznej, odkrycia pierwiastków, chemia elektrolitów i ogniw elektrolitycznych, chemia współczesna). Pojawiają się także nawiązania do historii medycyny (historia chirurgii, historia bakteriologii). Studenci wybierają dwa tematy z listy propozycji przedstawionych przez wykładowcę do samodzielnego opracowania i referowania w trakcie konwersatoriów.

6. Podstawy przedsiębiorczości (wykład, konwersatorium): Celem zajęć jest charakterystyka działań przedsiębiorczych i ich uwarunkowań, określenie sposobu działań przedsiębiorcy i przedsiębiorstwa, poznanie środków i sposobów wspomaganie przedsiębiorczości i przedsiębiorstw oraz przedstawienie zasad podejmowania działalności gospodarczej w ramach przedsiębiorstwa. Komercjalizacja wyników badań naukowych. W ramach zajęć seminaryjnych studenci referują wybrane problemy szczegółowe.
7. Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej (wykład): Prawo w działalności naukowo-dydaktycznej, ochrona własności przemysłowej, prawo patentowe i autorskie, zasady zarządzania zasobami własności intelektualnej.

### **Grupa zajęć\_6 (Podsumowanie kształcenia)**

Grupa obejmuje 45 godzin dydaktycznych, w tym 15 godzin konwersatorium, 15 godzin laboratoriów i 15 godzin seminariów. Przypisano mu 16 punktów ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrze 4 i 6.

1. Elementy fizyki współczesnej (konwersatorium): Studenci zostają zapoznani z tematyką badań prowadzonych w zakładach naukowych Wydziału Fizyki. Otrzymują propozycje tematów prac dyplomowych, ustalają formę i zakres zadań objętych pracą.
2. Seminarium dyplomowe (seminarium): Przedmiot jest związany z pisaniem przez studentów pracy licencjackiej. Student referuje zagadnienia związane z tematyką własnej pracy dyplomowej. Bierze udział w dyskusji seminaryjnej. Przedmiot jest realizowany w ścisłej współpracy z opiekunem pracy.
3. Sztuka prezentacji osiągnięć (laboratorium): Celem zajęć jest nauka prezentacji przez studenta swoich wyników osiągniętych podczas pisania pracy dyplomowej ewentualnie wyników profesjonalnych badań naukowych (wybór zależny od prowadzącego). Każdy student jest zobowiązany do wykonania prezentacji multimedialnej w programie typu Microsoft PowerPoint, LibreOffice Impress i zaprezentowania (15-20 min.) przed grupą konwersatoryjną.

### **Grupa zajęć\_7 (Nadobowiązkowy)**

Grupa składa się z dwóch przedmiotów, które student nie musi zrealizować. Pierwszy to „Przedmiot monograficzny”. Obejmuje on 30 godzin wykładów i/lub 15-30 godzin ćwiczeń/konwersatoriów w zależności od przedmiotu. Przypisano mu min. 3 punkt ECTS. Drugi to „Przedmiot na innym kierunku” realizowany na Uniwersytecie w Białymstoku.

Obejmuje on 15 lub 30 godzin wykładów i/lub ćwiczeń/konwersatoriów w zależności od oferty przedstawianej Wydziałowi. Przypisano mu min. 1 punkt ECTS. Przedmioty należące do modułu realizowane są w semestrach 1-6.

1. Przedmiot monograficzny (wykład lub wykład + konwersatorium): Przedmiot może być realizowany w języku angielskim. Zajęcia dotyczące zagadnień fizyki współczesnej (doświadczalnej lub teoretycznej). Zajęcia dla studentów ambitnych. Przykładowe proponowane przedmioty: Klasyczne i kwantowe układy z więzami, Elementy teorii solitonów, Zdegenerowane gazy atomowe, Kondensat Bosego-Einsteina, Optyka kwantowa, Informatyka kwantowa, Elementy teorii pola, Wstęp do teorii strun, Ogólna teoria względności, Procesy akrecyjne w astrofizyce, Metody transportowe w fizyce ciała stałego, Promieniowanie synchrotronowe i jego wykorzystanie w naukach przyrodniczych, Spektroskopia mössbauerowska. Metody rentgenowskie i neutronowe w medycynie, Analiza powierzchni i cienkich warstw.
2. Przedmiot na innym kierunku (wykład i/lub konwersatorium): Przedmiot może być realizowany w języku angielskim. Lista przedmiotów jest podawana rokrocznie. Przedmioty realizowane na przykład na wydziałach Biologicznym, Chemicznym, Filologicznym, Historii i Stosunków Międzynarodowych, Katedrach Teologii.

**Uwaga:** Następujące przedmioty z modułów 1-5 realizowane na specjalności fizyka (ogólna) w języku angielskim mogą być wybrane przez studenta i zaliczone na specjalizacji Fizyka Gier Komputerowych i Robotów: Wstęp do fizyki, Mechanika, Elektryczność i magnetyzm, Termodynamika, Astronomia, Wstęp do matematyki, Algebra z geometrią, Historia fizyki.

## **TREŚCI PROGRAMOWE GRUP ZAJĘĆ**

### Moduł specjalizacyjny I (przygotowanie do wykonywania zawodu nauczyciela – część I)

Moduł do wyboru. Przygotowanie do wykonywania zawodu nauczyciela fizyki składa się z dwóch części. Część pierwsza realizowana jest w studiach I stopnia. Część druga jest realizowana na studiach II stopnia. Obie części są obowiązkowe. Opis przedmiotów realizowanych na studiach I stopnia:

#### **1. Pedagogika ogólna**

Nauka wśród innych form ludzkiego doświadczenia; przedmiot badań i system pojęciowy współczesnej pedagogiki (edukacja, wychowanie, kształcenie, nauczanie i uczenie się; specyfika nauk społecznych; związek teorii pedagogicznej z praktyką edukacyjną; klasyfikacje nauk pedagogicznych; interakcje pedagogiki z naukami pomocniczymi; współczesne rozumienie humanizmu - świat humanistyczny i zadania edukacji humanistycznej; wychowanie – pojęcie, znaczenia, dylematy; filozoficzne podstawy edukacji, alternatywne formy edukacji; krytyczne podejście do procesów edukacyjnych, pojęcie ukrytego programu szkoły.

#### **2. Diagnostyka pedagogiczna**

Diagnoza pedagogiczna - schemat procesu poznania diagnostycznego, podstawowe zasady diagnozy pedagogicznej, diagnoza środowiskowa; metody i techniki diagnozowania; diagnoza potrzeb opiekuńczych; diagnoza społeczna; diagnoza nieprzystosowania społecznego; diagnoza trudności szkolnych; diagnoza sytuacji społecznej w klasie szkolnej; błędy wychowawcze – problem środowiska rodzinnego i szkolnego; rozpoznawanie problemów dzieci zaniedbanych i pozbawionych opieki oraz szkolnej sytuacji dzieci z doświadczeniem migracyjnym; problematyka dziecka w sytuacji kryzysowej lub traumatycznej; pomoc psychologiczno-pedagogiczną w szkole – regulacje prawne, formy i zasady udzielania wsparcia w placówkach

systemu oświaty, a także znaczenie współpracy rodziny ucznia i szkoły oraz szkoły ze środowiskiem pozaszkolnym.

### 3. **Warsztat diagnozy psychopedagogicznej**

Rozpoznawanie procesów rozwojowych uczniów; obserwowanie zachowań społecznych i ich uwarunkowań; rozpoznawanie sytuacji zagrożeń i uzależnień uczniów; diagnozowanie potrzeb edukacyjnych ucznia i zaprojektowanie dla niego odpowiedniego wsparcia; diagnoza wstępna grupy uczniowskiej i każdego ucznia w kontekście nauczanego przedmiotu lub prowadzonych zajęć oraz sposoby wspomaganie rozwoju poznawczego uczniów.

### 4. **System oświaty i prawo oświatowe**

System oświaty: organizacja i funkcjonowanie systemu oświaty, podstawowe zagadnienia prawa oświatowego, krajowe i międzynarodowe regulacje dotyczące praw człowieka, dziecka, ucznia oraz osób z niepełnosprawnościami, znaczenie pozycji szkoły jako instytucji edukacyjnej, funkcje i cele edukacji szkolnej, modele współczesnej szkoły, zagadnienie prawa wewnątrzszkolnego, podstawę programową w kontekście programu nauczania oraz działania wychowawczo-profilaktyczne, tematykę oceny jakości działalności szkoły lub placówki systemu oświaty.

### 5. **Teoria wychowania**

Wychowanie w kontekście rozwoju: ontologiczne, aksjologiczne i antropologiczne podstawy wychowania; istota i funkcje wychowania oraz proces wychowania, jego struktura, właściwości i dynamika; obowiązki nauczyciela jako wychowawcy klasy, metodyka pracy wychowawczej, program pracy wychowawczej, style kierowania klasą, ład i dyscyplina, poszanowanie godności dziecka, ucznia lub wychowanka; rola nauczyciela i koncepcje pracy nauczyciela: etyka zawodowa nauczyciela, nauczycielska pragmatyka zawodowa – prawa i obowiązki nauczycieli, zasady odpowiedzialności prawnej opiekuna, nauczyciela, wychowawcy i za bezpieczeństwo oraz ochronę zdrowia uczniów, tematyka oceny jakości pracy nauczyciela, zasady projektowania ścieżki własnego rozwoju zawodowego, rolę początkującego nauczyciela w szkolnej rzeczywistości, uwarunkowania sukcesu w pracy nauczyciela oraz choroby związane z wykonywaniem zawodu nauczyciela.

### 6. **Podstawy psychologii ogólnej**

Podstawowe pojęcia psychologii: procesy poznawcze, spostrzeganie, odbiór i przetwarzanie informacji, mowę i język, myślenie i rozumowanie, uczenie się i pamięć, rola uwagi, emocje i motywacje w procesach regulacji zachowania, zdolności i uzdolnienia, psychologia różnic indywidualnych – różnice w zakresie inteligencji, temperamentu, osobowości i stylu poznawczego; proces uczenia się: modele uczenia się, w tym koncepcje klasyczne i współczesne ujęcia w oparciu o wyniki badań neuropsychologicznych, metody i techniki uczenia się z uwzględnieniem rozwijania metapoznania, trudności w uczeniu się, ich przyczyny i strategie ich przewycięzania.

### 7. **Psychologia rozwojowa**

Proces rozwoju ucznia w okresie dzieciństwa, adolescencji i wczesnej dorosłości: rozwój fizyczny, motoryczny i psychoseksualny, rozwój procesów poznawczych (myślenie, mowa, spostrzeganie, uwaga i pamięć), rozwój społeczno-emocjonalny i moralny, zmiany fizyczne i psychiczne w okresie dojrzewania, rozwój wybranych funkcji psychicznych, norma rozwojowa, rozwój i kształtowanie osobowości, rozwój w kontekście wychowania, zaburzenia w rozwoju podstawowych procesów

psychicznych, teorie integralnego rozwoju ucznia, dysharmonie i zaburzenia rozwojowe u uczniów, zaburzenia zachowania, zagadnienia: nieśmiałości i nadpobudliwości, szczególnych uzdolnień, zaburzeń funkcjonowania w okresie dorastania, obniżenia nastroju, depresji, krystalizowania się tożsamości, dorosłości, identyfikacji z nowymi rolami społecznymi, a także kształtowania się stylu życia; indywidualne strategie nauczycieli radzenia sobie z trudnościami, stres i nauczycielskie wypalenie zawodowe. metody i techniki identyfikacji oraz wspomagania rozwoju uzdolnień i zainteresowań.

#### **8. Warsztaty komunikacji interpersonalnej**

Różne formy komunikacji – autoprezentacja, aktywne słuchanie, efektywne nadawanie, komunikacja niewerbalna, porozumiewanie się emocjonalne w klasie, porozumiewanie się w sytuacjach konfliktowych; bariery i trudności w procesie komunikowania się, techniki i metody usprawniania komunikacji z uczniem oraz między uczniami; nawiązywanie współpracy z nauczycielami oraz ze środowiskiem pozaszkolnym.

#### **9. Trening kreatywności**

Teorie i poziomy twórczości, podejścia do wyjaśniania fenomenu twórczości w psychologii i pedagogice twórczości. twórczość w szkole - cechy dotychczasowych podejść. Diagnoza potencjału twórczego uczniów - metody badań. metody rozwijania kompetencji twórczych uczniów. Kompetencje twórcze nauczycieli.

#### **10. Psychologia społeczna**

Teoria spostrzegania społecznego i komunikacji: zachowania społeczne i ich uwarunkowania, sytuacja interpersonalna, empatia, zachowania asertywne, agresywne i uległe, postawy, stereotypy, uprzedzenia, stres i radzenie sobie z nim, porozumiewanie się ludzi w instytucjach, reguły współdziałania, procesy komunikowania się, bariery w komunikowaniu się, media i ich wpływ wychowawczy, style komunikowania się uczniów i nauczyciela, bariery w komunikowaniu się w klasie.

#### **11. Praktyki zawodowe**

Są realizowane przez Wydział Nauk o Edukacji UwB w wymiarze 30 godz.

### **Wymiar (w tygodniach oraz godzinach), zasady i formę odbywania praktyk zawodowych oraz liczbę punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach tych praktyk.**

Praktyki studenckie odbywają się zgodnie z zarządzeniem w sprawie studenckich praktyk zawodowych nr 30 Rektora UwB z 30.08.2016 r. oraz regulaminem praktyki zawodowej studentów studiów stacjonarnych I stopnia Wydziału Fizyki UwB (dalej WFiz) zatwierdzonym na posiedzeniu Rady Wydziału Fizyki w dniu 22.06.2009 r.

Do praktyk zawodowych, programowych zobligowani są obecnie jedynie studenci specjalności Fizyka Medyczna. W ramach odpowiednich umów: 1) zawartej w dniu 20.04.2012 pomiędzy Uniwersytetem w Białymstoku (UwB) a Białostockim Centrum Onkologii im. M. Skłodowskiej-Curie (BCO), 2) zawartej w dniu 04.09.2018 pomiędzy UwB a Samodzielnym Publicznym Zakładem Opieki Zdrowotnej Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Białymstoku (SPZOZ MSWiA) oraz 3) zawartej w dniu 21.02.2020 pomiędzy UwB a Laboratorium Obrazowania Molekularnego i Rozwoju Technologii Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku Sp. z o.o. (kopie umów do wglądu



u wydziałowego koordynatora praktyk) Zakład Fizyki Medycznej BCO, Zakład Diagnostyki Obrazowej szpitala SPZOZ MSWiA i pracownie LOMiRT (na terenie NZOZ BioSkaner) są podstawowymi miejscami odbywania praktyk. Studenci odbywają praktyki w pracowniach tomografii komputerowej, USG, RTG, mammografii, rezonansu magnetycznego, PET, akceleratora Elekta Versa, itp.

Student po 4. semestrze biorący udział w praktykach zawodowych powinien posiadać ugruntowaną wiedzę w zakresie zastosowania fizyki w medycynie i technice oraz w zakresie ochrony radiologicznej i metod obliczeniowych nabytą we wcześniejszych modułach kształcenia.

Celem wakacyjnych, 3-tygodniowych praktyk zawodowych odbywanych na 2. roku studiów I stopnia jest zapoznanie się studentów z pracą na konkretnych diagnostycznych i dozymetrycznych stanowiskach pomiarowych oraz zdobycie nowych doświadczeń związanych z pracą zespołową, poznanie mechanizmów funkcjonowania i struktury zakładu pracy, a także skonfrontowanie wiedzy i umiejętności nabytych w trakcie studiów z oczekiwaniami pracodawców.

Praktykę zawodową pozaprogramową mogą także odbywać studenci kierunku pozostałych specjalności (Fizyki i Fizyki Gier Komputerowych i Robotów) – w wspomnianych zakładach opieki medycznej jak i w ramach porozumienia zawartego z dyrekcją banku PKO S.A., reprezentowanego przez dyrektora oddziału I Pekao S.A. w Białymstoku. Do opieki nad praktykantami Wydziału Fizyki, w udostępnionych do wyboru 24 placówkach PKO wyznaczone zostały konkretne 2 osoby spośród kadry menadżerskiej banku. Praktyki planowane są pod kątem wykorzystania głównie informatycznych umiejętności typu organizacji komputerowych baz danych jak i ogólnego rozpoznania możliwości adaptacyjnych studentów fizyki na tego rodzaju rynku pracy. Ta forma praktyki jest całkowicie dobrowolna, realizowana wyłącznie na prośbę studentów innych specjalności niż Fizyka Medyczna i jako taka nie jest punktowana w skali ECTS.

Wykaz placówek i zakładów, w których studenci WFiz odbywają praktyki dostępny jest na stronie WWW Wydziału Fizyki oraz do wglądu u wydziałowego koordynatora praktyk.

Placówka, czy też zakład, w którym ma się odbywać praktyka, przyjmuje studentów na podstawie porozumienia zawartego pomiędzy nim a WFiz. Umowę sporządza się na zasadach określonych w obowiązujących na WFiz UwB regulacjach ws. organizacji praktyk oraz sporządzania umów.

Na Wydziale Fizyki mianowana jest osoba odpowiedzialna za koordynację i zaliczanie praktyk. Do jej obowiązków należy zapoznanie studentów z zasadami, organizacją i regulaminem praktyki, przygotowanie dokumentów związanych z merytorycznymi aspektami praktyki (oświadczenie o ubezpieczeniu, skierowanie na praktykę, dzienniczek praktyk, formularz opinii o praktykancie, który wypełnia opiekun prowadzący praktykę). Od 2018 roku wydziałowy koordynator praktyk w ramach prowadzonej dokumentacji praktyki studentów danego roku, gromadzi też ankiety pozyskane od potencjalnych pracodawców.

Zaliczenie praktyki następuje na podstawie dokumentacji dostarczonej przez studenta do wydziałowego koordynatora praktyk, który po jej sprawdzeniu dokonuje zaliczenia. Informacja o zaliczonej praktyce zamieszczona zostaje w dzienniku praktyki z opinią opiekuna praktyki oraz protokole zaliczeń (w systemie USOS).

**W ramach praktyk zawodowych student powinien przepracować 3 tygodnie tj. 15 dni roboczych w wymiarze 90 godzin zegarowych (120 godzin lekcyjnych), dzięki czemu uzyskuje 7 punktów ECTS.**

Wszystkie wyżej wymienione dokumenty dotyczące praktyk, znajdują się na stronie WFiz. ([http://physics.uwb.edu.pl/wf/?page\\_id=719](http://physics.uwb.edu.pl/wf/?page_id=719)). Wybór studentów nie jest jednak ograniczony do wymienionych placówek czy przedsiębiorstw, stąd na liście zawierającej miejsca odbywania praktyk, pojawiają się nowe oferty.

### **Odnosnie do modułu specjalistycznego 1 (Przygotowanie do wykonywania zawodu nauczyciela – część I):**

Praktyki zawodowe 30 godzin realizowane zgodnie z harmonogramem.

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

Sposoby sprawdzania stopnia osiągnięcia przez studentów założonych w programie efektów uczenia się zależą między innymi od form zajęć oraz kategorii kształcenia, której dotyczą.

Efekty uczenia się w kategorii wiedzy i umiejętności sprawdzane są głównie za pomocą odpowiedzi ustnych, testów zarówno pisemnych jak i ustnych, rozwiązywania zadań i problemów rachunkowych, sprawozdań, raportów, tematycznych pokazów multimedialnych. W testach stosuje się pytania zamknięte oraz otwarte. Wśród zadań testowych zaleca się stosowanie zróżnicowanych zadań, które umożliwiają sprawdzenie wiedzy uwzględniające różne efekty uczenia się: zadania na klasyfikowanie, przyporządkowywanie, porządkowanie oraz zadania wielokrotnego wyboru – jedna odpowiedź prawdziwa, jedna odpowiedź fałszywa, najlepsza odpowiedź. Wśród zadań otwartych zaleca się sprawdzanie wiedzy za pomocą krótkiej wypowiedzi. Przydatnym narzędziem do gromadzenia informacji na ten temat są sprawozdania studenta.

Efekty uczenia się w kategorii kompetencji społecznych są sprawdzane za pomocą obserwacji na podstawie aktywności studenta na zajęciach oraz pracy w grupie. Szczegółowe sposoby weryfikacji efektów uczenia się w poszczególnych grupach zajęć określone są w sylabusach zatwierdzonych wraz z programem przez Senat Uniwersytetu w Białymstoku.

Wśród form zaliczenia zajęć proponuje się m.in.:

- ✓ Egzamin pisemny
- ✓ Kolokwium pisemne
- ✓ Odpowiedź ustna
- ✓ Sprawozdanie
- ✓ Wejściówka
- ✓ Prezentacja multimedialna
- ✓ Referat
- ✓ Projekt
- ✓ Opinia (dotyczy min. praktyk studenckich, pracy w grupie)

Szczegółowe zasady zaliczania przedmiotów i roku określają przepisy Rozdziału V Regulaminu studiów Uniwersytetu w Białymstoku. Przyjmuje się, że oceny wyliczane na podstawie średniej ustala się według zasady:

3,0 – 3,40 – dostateczny (3,0)

3,41 – 3,80 – dostateczny plus (3,5)

3,81 – 4,20 – dobry (4,0)

4,21 – 4,60 – dobry plus (4,5)

4,61 – 5,0 – bardzo dobry (5,0)

Dla wybranych form zaliczenia przedmiotu ustalone zostały przykładowe kryteria oceniania:

### **Odpowiedź ustna**

Kryterium 1: udzielenie poprawnej odpowiedzi

Kryterium 2: stopień wyczerpania tematu

Kryterium 3: samodzielność i kreatywność w proponowaniu rozwiązań

Spełnienie kryterium 1: 3,0 lub 3,5

Spełnienie kryteriów 1+2: 4,0 lub 4,5

Spełnienie kryteriów 1+2+3: 5,0

### **Laboratoria**

#### **Warunki uzyskania zaliczenia zajęć laboratoryjnych:**

1. Wykonanie wszystkich przewidzianych programem ćwiczeń laboratoryjnych zgodnie z harmonogramem.
2. Terminowe opracowanie sprawozdań oraz uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń.
3. Zdanie wejściówek obejmujących wiedzę teoretyczną, przebieg wykonania części eksperymentalnej oraz opracowanie wyników.
4. W przypadku nieobecności (usprawiedliwionej) na zajęciach student odpracowuje zajęcia laboratoryjne w ustalonym terminie. Zajęcia można odpracować za zgodą prowadzącego ćwiczenia w innej grupie ćwiczeniowej – realizującej równoległy program. Dodatkowo ustala się jeden termin pod koniec semestru, w którym możliwe jest wykonanie zaległych ćwiczeń.

#### **Ocenie punktowej podlegają:**

1. Wykonanie części eksperymentalnej.
2. Opracowanie sprawozdania pozytywnie ocenionego przez prowadzącego zajęcia, brak sprawozdania powoduje niezaliczenie ćwiczeń.
3. Aktywność na zajęciach.

#### **Ocena końcowa**

Na pierwszych ćwiczeniach laboratoryjnych z danego przedmiotu prowadzący podaje studentom maksymalną do uzyskania ilość punktów. Na podstawie maksymalnej ilości punktów oraz ilości punktów uzyskanych przez studenta wystawiona zostaje ocena końcowa z ćwiczeń.

### **Prezentacja multimedialna**

Ocena/kategoria	słaba	zadowalająca	wyróżniająca
<i>Uzasadnienie wyboru tematu prezentacji</i>	W uzasadnieniu wykorzystano podstawowe, pojedyncze argumenty potwierdzające wybór tematu. Brak argumentów potwierdzających	W uzasadnieniu częściowo wykorzystano argumenty świadczące o atrakcyjności tematu, podparte wiedzą merytoryczną.	W uzasadnieniu w pełni wykorzystano argumenty świadczące o atrakcyjności tematu podparte wiedzą merytoryczną .

	wiedze merytoryczną.		
<i>Określenie celu prezentacji</i>	Cel zbyt ogólny, nie adekwatny do prezentowanych treści	Cel określony prawidłowo, występują drobne uchybienia.	Cel rozbudowany, poparty prezentowanymi treściami.
<i>Zawartość merytoryczna prezentacji (zgodność z tematem, odpowiedni dobór informacji, samodzielność opracowania).</i>	Duża pobieżność w opracowanym materiale. Błędy ortograficzne i stylistyczne.	Informacje poprawne merytorycznie, ale nie wyczerpujące tematu.	Zadanie wykonane w pełni, informacje poprawne merytorycznie, właściwy dobór materiału.
<i>Forma graficzna prezentacji (oryginalność, pomysłowość, estetyka).</i>	Prezentacja mało estetyczna, szablonowa, zły dobór czcionki, kolorów, uboga lub brak grafiki, niespójna kompozycja.	Prezentacja wykonana estetycznie i starannie. Dobry dobór czcionek, kolorystyki i grafiki. Spójna kompozycja, nie stosownie dobrane rozwiązania animacji. Drobne niedociągnięcia.	Prezentacja wykonana estetycznie i starannie, Oryginalna prezentacja treści. Dobra grafika. Przemyślana i spójna kompozycja. Stosownie dobrane rozwiązania animacji. Prezentacja uporządkowana i zrozumiała dla słuchaczy.
<i>Podsumowanie i wnioski</i>	Brak lub częściowe podsumowanie, niespójne wnioski.	Drobne uchybienia w podsumowaniu prezentacji, nie wszystkie wnioski prawidłowo sformułowane.	Wyraźne podsumowanie prezentacji, prawidłowo sformułowane wnioski.
<i>Bibliografia</i>	Wykorzystanie tylko literatury podstawowej, większość treści ze stron internetowych.	Dobór literatury prawidłowy, prezentacja oparta głównie na literaturze polskojęzycznej.	Dobór literatury prawidłowy, prezentacja oparta również na literaturze obcojęzycznej.

### **Referat**

Referaty opracowuje 1-2 osoby (w zależności od liczby studentów w grupie). Zagadnienie i literaturę wskazuje prowadzący, formę wybiera student: prezentacja multimedialna lub tradycyjna – wygłoszenie referatu. Prowadzący otrzymuje kopię referatu. Prezentacja referatu powinna trwać nie dłużej niż 15-20 min.

#### **Kryteria oceny referatu:**

- ✓ poziom merytoryczny referatu,
- ✓ określenie czytelnego celu,
- ✓ umiejętność odpowiedzi na pytania,
- ✓ umiejętność rozplanowania referatu,
- ✓ kreatywność prezentacji,
- ✓ umiejętność przekazania wiedzy w sposób urozmaicony, interesujący i zrozumiały,

## **Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się Odnosnie do modulu specjalistycznego 1 (Przygotowanie do wykonywania zawodu nauczyciela):**

1. Weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się wymaga zastosowania zróżnicowanych form sprawdzania, adekwatnych do kategorii wiedzy, umiejętności albo kompetencji społecznych, których te dotyczą.
2. Osiągnięte efekty uczenia się w kategorii wiedzy można weryfikować za pomocą egzaminów pisemnych w formie zadań otwartych lub zamkniętych lub egzaminów ustnych, a także w oparciu o analizę opracowanych konspektów i obserwację ich praktycznej realizacji.
3. Egzamin pisemny lub ustny jest ukierunkowany na sprawdzenie wiedzy na poziomie wyższym niż sama znajomość zagadnień i nie może ograniczać się do znajomości faktów. Egzamin pisemny lub ustny w szczególności służy sprawdzaniu poziomu zrozumienia zagadnienia, umiejętności analizy i syntezy informacji oraz rozwiązywania problemów.
4. Weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się w kategorii umiejętności wymaga bezpośredniej obserwacji studenta albo uczestnika studiów podyplomowych w czasie wykonywania działań właściwych dla danego zadania zawodowego (dydaktycznego, wychowawczego i opiekuńczego) wynikającego z roli nauczyciela.

### **Warunki ukończenia studiów oraz uzyskiwany tytuł zawodowy.**

Warunkiem ukończenia studiów jest:

1. Uzyskanie co najmniej 183 punktów ECTS na specjalności fizyka lub 184 punktów ECTS na specjalności fizyka medyczna lub 182 punktów ECTS na specjalności fizyka gier komputerowych i robotów, oraz b) zdanie egzaminu dyplomowego (licencjackiego).
2. Zasady dopuszczania do egzaminu dyplomowego: zdanie egzaminów i uzyskanie zaliczenia grup zajęć przewidzianych programów studiów, napisanie pracy dyplomowej,
3. Zakres i sposób przeprowadzenia egzaminu dyplomowego określony odrębną uchwałą Rady Wydziału Prawa UwB w sprawie zasad przeprowadzania egzaminu dyplomowego.
4. Absolwent kierunku Fizyka uzyskuje tytuł zawodowy licencjata po spełnieniu wymogów określonych w pkt. 1-3.