

ZASTOSOWANIA FIZYKI W BIOLOGII I MEDYCYNIE

2-letnie studia II stopnia (magisterskie)

1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA STUDIÓW

Interdyscyplinarny kierunek studiów łączący fizykę z naukami biologicznymi i medycyną. Pogranicze tych nauk jest jednym z najdynamiczniej rozwijających się obszarów badań naukowych, a także zastosowań najnowszych technologii.

Charakterystyka specjalności

Biofizyka molekularna: celem biofizyki molekularnej jest badanie układów o znaczeniu biologicznym metodami fizycznymi, takimi jak wielowymiarowy jądrowy rezonans magnetyczny, metody mikroskopii i manipulacji pojedynczymi cząsteczkami, spektrometria masowa, ultrawiórowanie analityczne oraz teoretyczne metody modelowania molekularnego. Badania w tym zakresie, obejmujące zagadnienia z pogranicza fizyki, chemii, biologii i bioinformatyki, stwarzają unikalną możliwość konstruowania modeli obiektów biologicznych i wyjaśniania mechanizmów procesów zachodzących w układach ożywionych na dowolnym poziomie, od pojedynczych makromolekuł a nawet wiązań molekularnych do całych organizmów i ekosystemów. Informacje, których dostarczają badania metodami biofizyki molekularnej są niezwykle przydatne w medycynie np. przy poznawaniu molekularnych podstaw chorób i projektowaniu skutecznych leków.

Fizyka medyczna: w medycynie w ostatnich latach zostały wprowadzone nowe technologie diagnostyczne i terapeutyczne wywodzące się z osiągnięć fizyki. Tomografia pozytonowa (PET) jest już stosowana w wielu ośrodkach diagnostyki nowotworowej w Polsce a terapia hadronowa, opierająca się na najnowszych wynikach badań naukowych w zakresie fizyki jądrowej, wprowadzana do praktyki klinicznej w Europie (Heidelberg i Pavia) i również stosowana w Polsce (Kraków). Współczesna diagnostyka i terapia medyczna, w szczególności diagnostyka i terapia nowotworów wymaga nie tylko wykwalifikowanego personelu lekarskiego, ale i fizyków medycznych oraz personelu technicznego wspomagającego medyczne technologie radiacyjne.

Neuroinformatyka: gwałtowny rozwój neuroinformatyki na świecie odbywa się zarówno w zakresie badań podstawowych, jak i konkretnych zastosowań. Studia neuroinformatyki dostarczą gospodarce specjalistów w dziedzinie już od kilku lat dynamicznie rozwijającej się za granicą, która owocuje coraz większą ilością ważnych zastosowań medycznych w zakresie zaawansowanych technologii. Celem studiów drugiego stopnia w zakresie Neuroinformatyki jest zapewnienie studentom rozszerzonego w stosunku do studiów I stopnia wykształcenia w dziedzinie informatyki i statystyki, potrzebnego w klinikach i laboratoriach.

Projektowanie molekularne i bioinformatyka: wieloskalowe metody molekularnego projektowania i bioinformatyki są powszechnie stosowane w nano-i biomedycynie, jak również w różnego rodzaju nano- i biotechnologiach. Prace projektowe związane z inżynierią molekularną białek i kwasów nukleinowych, projektowanie leków, prace interdyscyplinarne związane z badaniami struktury i dynamiki układów (bio)molekularnych czy analiza onkogennych szlaków sygnałowych, należą do burzliwie rozwijających się dziedzin wiedzy i technologii. W projektowaniu molekularnym stosowane są też coraz szerzej metody wirtualnej rzeczywistości (virtual reality). Powstały takie nowe dziedziny jak genomika i proteomika, których celem jest pełna i wysoce przepustowa (high throughput) charakterystyka sekwencjonowanych genomów oraz kompletna charakterystyka białek kodowanych przez sekwencjonowane genomy. Kształcenie specjalistów potrafiących rozwijać i wykorzystywać metody projektowania molekularnego i bioinformatyki należy więc do silnie rozwijającego się nurtu edukacyjnego na świecie. Celem studiów drugiego stopnia w zakresie Projektowania molekularnego i bioinformatyki jest przygotowanie studentów do operowania rozszerzoną (w stosunku do studiów I stopnia) wiedzą z zakresu biologii, fizyki, chemii, a przede wszystkim informatyki stosowanej.

Absolwenci specjalności **biofizyka molekularna** będą przygotowani do operowania rozszerzoną wiedzą z zakresu biologii, fizyki i chemii.

Uzyskują umiejętności:

- obsługi nowoczesnej aparatury badawczej i stosowania związanych z nią metod fizycznych, chemicznych i biologicznych w laboratoriach badawczych,
- rozwiązywania złożonych problemów dotyczących funkcjonowania biomolekuł,
- projektowania biomolekuł pod kątem zastosowań biotechnologicznych i medycznych.

Będą także praktycznie wykorzystywać swoje umiejętności w laboratoriach o profilu medycznym, analitycznych i diagnostycznych.

Absolwenci **fizyki medycznej** będą mieli umiejętności łączenia podstawowych metod i idei z różnych obszarów fizyki, chemii i biologii oraz wybranych dziedzin medycyny. Ponadto studia magisterskie przygotowują wysoko wykwalifikowanych specjalistów ochrony radiologicznej i dozymetrii dla Zakładów Medycyny Nuklearnej i Zakładów Radioterapii, a także dla przemysłu stosującego techniki radiacyjne.

Atutem absolwentów **fizyki medycznej** będzie umiejętność wykorzystania interdyscyplinarnego podejścia do problemu. Znajomość zaawansowanych technik doświadczalnych, obserwacyjnych i numerycznych pozwoli absolwentowi zaplanować i wykonać złożony eksperyment, dokonać krytycznej analizy wyników pomiarów, obserwacji lub obliczeń teoretycznych i modelowania komputerowego wraz z oceną dokładności wyników oraz zinterpretować dane doświadczalne na gruncie teorii i modeli teoretycznych. Dzięki temu absolwent może być cennym pracownikiem nie tylko zespołu naukowego, ale również w wielu innych dziedzinach. Dzięki umiejętności syntezy metod i idei z różnych obszarów będzie potrafił wyszukać w literaturze i zaadaptować wiedzę i metodykę fizyki, a także stosowane metody doświadczalne i teoretyczne do rozwiązywanego problemu, oraz klarownie przedstawić wyniki badań w grupach interdyscyplinarnych.

Absolwenci **neuroinformatyki** będą wykształceni w dziedzinie pomiaru i analizy sygnałów takich jak EEG, EMG, EKG szeroko stosowanych w diagnostyce klinicznej. Zapoznają się również z technikami takimi jak: neurofeedback czy interfejsy mózg-komputer (BCI), stanowiące jedyną szansę dla pacjentów w ciężkich stadiach chorób neurodegeneracyjnych. Absolwent neuroinformatyki pozna zaawansowane techniki doświadczalne, obserwacyjne i numeryczne w eksperymentach fizycznych, chemicznych i biologicznych oraz będzie potrafił opisać i wytłumaczyć ich wyniki z wykorzystaniem języka matematyki, pozna techniki programowania oraz korzystania z komputerowych baz danych. Znajomość technik pomiarowych, programowania i technik statystycznej analizy danych zapewni im szeroki dostęp do rynku pracy. Absolwenci będą cennymi pracownikami, potrafiącymi mierzyć i analizować sygnały stosowane w praktyce klinicznej, wykonywać opracowania statystyczne danych medycznych, zestawiać systemy do zyskującego na popularności neurofeedbacku.

Absolwenci specjalności **projektowanie molekularne i bioinformatyka** uzyskają wykształcenie w zakresie stosowania różnorodnych metod projektowania molekularnego i bioinformatyki w biofizyce, chemii, biologii i naukach medycznych. Studia przygotują do prowadzenia wspomaganych komputerowo prac o charakterze interdyscyplinarnym, jak również dobrego rozumienia prac eksperymentalnych i umiejętności komunikowania się z eksperymentatorami i specjalistami z innych dziedzin przyrodniczych i medycznych.

2. PROGRAM STUDIÓW

- dyscyplina wiodąca: nauki fizyczne, pozostałe dyscypliny: nauki chemiczne, nauki biologiczne, nauki medyczne, nauki o zdrowiu
- studia interdyscyplinarne
- cztery specjalności do wyboru: biofizyka molekularna, fizyka medyczna, neuroinformatyka, projektowanie molekularne i bioinformatyka
- wybór specjalności na początku studiów
- kształcenie w ramach specjalności od początku studiów
- kształcenie w zakresie fizyki oparte na światowej klasy badaniach naukowych prowadzonych na Wydziale Fizyki UW
- kształcenie w na podstawie indywidualnego planu studiów przygotowywanego przez studenta zgodnie z jego zainteresowaniami, wspólnie z opiekunem kierunku
- szeroki zakres zajęć laboratoryjnych
- dostęp do pracowni komputerowych i bogato wyposażonych bibliotek specjalistycznych
- możliwość wykonywania własnych projektów i prototypów w pracowni Makerspace@UW
- możliwość uczestniczenia w pracach naukowych prowadzonych przez grupy badawcze na Wydziale Fizyki.
- praktyki zawodowe w ramach studiów

- zajęcia na Wydziale Fizyki UW (ul. Pasteura 5)

W trakcie studiów:

- liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach z przedmiotów ogólnouniwersyteckich spoza kierunku studiów **6**,
- liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach z przedmiotów z obszarów nauk humanistycznych lub społecznych **5**, może być w ramach przedmiotów, o których mowa w punkcie c),

Program dla specjalności: *biofizyka molekularna*

Rok studiów: pierwszy

Semestr: pierwszy i drugi

Nazwa przedmiotu/ grupa zajęć	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Sposoby weryfikacji efektów przypisanych do przedmiotu
	W	K	S	C	L	Wr	Pr	Inne			
Pracownia fizyczna II stopnia A1					45				45	5	inne - zaliczenie na ocenę
Przedmiot z listy Wybrane zagadnienia fizyki współczesnej Wariant A									180	17	EP dodatkowo opcjonalny EU
lub Wariant B									150	14	

Wybrane zagadnienia matematyki	45			45					90	10	EP dodatkowo opcjonalny EU
Wariant A:											
Własność intelektualna i przedsiębiorczość	30								30	2	EP
Wariant B:											
Własność intelektualna i przedsiębiorczość z projektem zespołowym	30						60		90	5	Proj
Pracownia fizyczna II stopnia B1 (wariant A i B)					45				45	5	inne - zaliczenie na ocenę
lub											
Zespołowy projekt studencki (tylko wariant A)							30		30	5	inne - zaliczenie na ocenę
Spektroskopia molekularna	30			30					60	6	EP dodatkowo opcjonalny EU

Podstawy medycyny molekularnej	30			30					60	6	EP dodatkowo opcjonalny EU
Neurobiologia	30								30	3	EP dodatkowo opcjonalny EU
Teoria grup w chemii	15			15					30	3	EP dodatkowo opcjonalny EU
Praktyki zawodowe BM								70	70	3	inne - zaliczenie

Łączna liczba punktów ECTS (w roku): 60

Łączna liczba godzin zajęć (w I semestrze): 325 – 355

Łączna liczba godzin zajęć (w II semestrze): 300 - 315

Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 625 - 670

Rok studiów: drugi

Semestr: trzeci i czwarty

Nazwa przedmiotu/ grupa zajęć	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Sposoby weryfikacji efektów przypisanych do przedmiotu
	W	K	S	Ć	L	Wr	Pr	Inne			
Biofizyka doświadczalna	60								60	6	EP dodatkowo opcjonalny EU

Bioinformatyka i modelowanie	30			30					60	6	EP dodatkowo opcjonalny EU
Pracownia biofizyki doświadczalnej					120				120	11	inne - zaliczenie na ocenę
Przedmiot do wyboru	30								30	3	EP dodatkowo opcjonalny EU lub inne - zaliczenie na ocenę
Przedmioty ogólnouniwersyteckie *									60	6	określone w sylabusie przedmiotu
Seminarium biofizyki oraz projektowania molekularnego i bioinformatyki			30						30	2	inne - zaliczenie na ocenę
Proseminarium biofizyczne B2+							30		30	3	inne - zaliczenie na ocenę
Przedmioty do wyboru z wydziałów matematyczno-przyrodniczych	30								30	3	EP dodatkowo opcjonalny EU lub inne - zaliczenie na ocenę

Pracownia specjalistyczna II w tym praca mgr.								240	240	20	inne – egzamin magisterski
Wariant A:									75	5	zaliczenie na ocenę
Zespołowy projekt studencki**											

* w ramach przedmiotów ogólnouniwersyteckich wymagane jest 5 ECTS z przedmiotów z obszaru nauk humanistycznych lub społecznych

** Zespołowy projekt studencki za 5ECTS można zaliczyć jako odrębny przedmiot do wyboru oraz w ramach innych przedmiotów

Łączna liczba punktów ECTS (w roku): 60

Łączna liczba godzin zajęć (w III semestrze): 310

Łączna liczba godzin zajęć (w IV semestrze): 350

Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 660

OBJAŚNIENIA

Formy realizacji zajęć:

- W – wykład
- K – konwersatorium
- S – seminarium
- Ć – ćwiczenia
- L – laboratorium
- Wr – warsztaty
- Proj – projekt
- Inne (należy podać jakie)

Zajęcia związane z profilem kształcenia:

- P – zajęcia praktyczne dla profilu praktycznego
- B – zajęcia związane z działalnością naukową dla profilu ogólnoakademickiego

Sposoby weryfikacji efektów uczenia:

- EU – egzamin ustny
- EP – egzamin pisemny
- T – test
- E – esej
- Proj – projekt
- PR – praca roczna
- Inne (należy podać jakie)

Program dla specjalności: neuroinformatyka

Rok studiów: pierwszy

Semestr: pierwszy i drugi

Nazwa przedmiotu/ grupa zajęć	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Sposoby weryfikacji efektów przypisanych do przedmiotu
	W	K	S	Ć	L	Wr	Pr	Inne			
Przedmioty do wyboru z bloku FIZ											
Wariant A									280	28	EP dodatkowo opcjonalny EU
Lub									240	25	
Wariant B											
Elektrodynamika dla neuroinformatyków	30			30					60	6	EP dodatkowo opcjonalny EU
Wariant A:	30								30	2	EP
Własność intelektualna i przedsiębiorczość											
Wariant B:	30							60	90	5	Proj

Własność intelektualna i przedsiębiorczość z projektem zespołowym											
Seminarium fizyki biomedycznej I			30						30	2	Inne - zaliczenie na ocenę
Przedmioty ogólnouniwersyteckie*									45	4	określone w sylabusie przedmiotu
Programowanie zaawansowane FM i NI	15			45					60	6	EP dodatkowo opcjonalny EU
Przedmioty do wyboru z listy wydziałów matematyczno-przyrodniczych	60			30					90	9	EP dodatkowo opcjonalny EU
Seminarium fizyki biomedycznej II			30						30	2	inne - zaliczenie na ocenę

* w ramach przedmiotów ogólnouniwersyteckich wymagane jest 5 ECTS z przedmiotów z obszaru nauk humanistycznych lub społecznych

Łączna liczba punktów ECTS (w roku): 60

Łączna liczba godzin zajęć (w I semestrze): 400 – 420

Łączna liczba godzin zajęć (w II semestrze): 225

Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 625 - 645

Rok studiów: drugi

Semestr: trzeci i czwarty

Nazwa przedmiotu/ grupa zajęć	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Sposoby weryfikacji efektów przypisanych do przedmiotu
	W	K	S	Ć	L	Wr	Pr	Inne			
Modelowanie matematyczne procesów w biologii i medycynie	15			30					45	4,5	EP dodatkowo opcjonalny EU
Modelowanie komputerowe układu nerwowego	30			45					75	7,5	inne - zaliczenie na ocenę
Statystyka II	30			60					90	8	EP dodatkowo opcjonalny EU
Praktyki zawodowe FM NI								70	70	3	inne - zaliczenie
Seminarium fizyki biomedycznej III			30						30	2	inne - zaliczenie na ocenę
Przedmiot ogólnouniwersytecki*									20	2	określone w sylabusie przedmiotu

Przedmioty do wyboru z listy wydziałów matematyczno-przyrodniczych	75								75	8	EP dodatkowo opcjonalny EU
Proseminarium magisterskie B2+							30		30	3	inne - zaliczenie na ocenę
Seminarium fizyki biomedycznej IV			30						30	2	inne - zaliczenie na ocenę
Pracownia specjalistyczna II w tym praca mgr.					240				240	20	egzamin magisterski
Wariant A: Zespołowy projekt studencki**									75	5	zaliczenie na ocenę

* w ramach przedmiotów ogólnouniwersyteckich wymagane jest 5 ECTS z przedmiotów z obszaru nauk humanistycznych lub społecznych

** Zespołowy projekt studencki za 5ECTS można zaliczyć jako odrębny przedmiot do wyboru oraz w ramach innych przedmiotów

Łączna liczba punktów ECTS (w roku): 60

Łączna liczba godzin zajęć (w roku): 705

Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 705

OBJAŚNIENIA

Formy realizacji zajęć:

- W – wykład
- K – konwersatorium
- S – seminarium
- Ć – ćwiczenia
- L – laboratorium
- Wr – warsztaty
- Proj – projekt
- Inne (należy podać jakie)

Zajęcia związane z profilem kształcenia:

- P – zajęcia praktyczne dla profilu praktycznego
- B – zajęcia związane z działalnością naukową dla profilu ogólnoakademickiego

Sposoby weryfikacji efektów uczenia:

- EU – egzamin ustny
- EP – egzamin pisemny
- T – test
- E – esej
- Proj – projekt
- PR – praca roczna
- Inne (należy podać jakie)

Program dla specjalności: fizyka medyczna

Rok studiów: pierwszy

Semestr: pierwszy i drugi

Nazwa przedmiotu/ grupa zajęć	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Sposoby weryfikacji efektów przypisanych do przedmiotu
	W	K	S	Ć	L	Wr	Pr	Inne			
Pracownia fizyczna II stopnia A1 lub Zespołowy projekt studencki					45				45	5	inne - zaliczenie na ocenę
										5	

											inne - zaliczenie na ocenę
Elektrodynamika dla neuroinformatyków	30			30					60	6	EP dodatkowo opcjonalny EU
Przedmioty do wyboru z bloku FIZ	60			60					120	9	EP dodatkowo opcjonalny EU
Przedmioty do wyboru z listy wydziałów matematyczno- przyrodniczych											
Wariant A									90	9	
lub											EP dodatkowo opcjonalny EU
Wariant B									60	6	
Wariant A:	30								30	2	EP
Własność intelektualna i przedsiębiorczość											
Wariant B:	30							60	90	5	Proj

Własność intelektualna i przedsiębiorczość z projektem zespołowym											
Seminarium fizyki biomedycznej I			30						30	2	Inne - zaliczenie na ocenę
Pracownia fizyczna II stopnia B1 lub Zespołowy projekt studencki					45				45	5	inne - zaliczenie na ocenę
										5	inne - zaliczenie na ocenę
Fizyczne podstawy radioterapii	30			30					60	5	EP dodatkowo opcjonalny EU
Radiobiologia	30								30	3	EP dodatkowo opcjonalny EU
Mechanika kwantowa	60			60					120	9	EP dodatkowo opcjonalny EU
Sygnały bioelektryczne	15								15	2	EP dodatkowo opcjonalny EU
Seminarium fizyki biomedycznej II			30						30	2	Inne - zaliczenie na ocenę

Przedmiot ogólnouniwersytecki*									10	1	określone w sylabusie przedmiotu
---------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	----	---	----------------------------------

* w ramach przedmiotów ogólnouniwersyteckich wymagane jest 5 ECTS z przedmiotów z obszaru nauk humanistycznych lub społecznych

Łączna liczba punktów ECTS (w roku): 60

Łączna liczba godzin zajęć (w roku): 685

Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 685

Rok studiów: drugi

Semestr: trzeci i czwarty

Nazwa przedmiotu/ grupa zajęć	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Sposoby weryfikacji efektów przypisanych do przedmiotu
	W	K	S	Ć	L	Wr	Pr	Inne			
Statystyka II	30			60					90	8	EP dodatkowo opcjonalny EU
Modelowanie matematyczne procesów w biologii i medycynie	15			30					45	4,5	EP dodatkowo opcjonalny EU
Planowanie radioterapii	30			45					75	7,5	EP dodatkowo opcjonalny EU

Warsztaty z metod terapeutycznych				30					30	3	inne - zaliczenie na ocenę
Praktyki zawodowe FM NI								70	70	3	inne - zaliczenie
Seminarium fizyki biomedycznej III			30						30	2	inne - zaliczenie na ocenę
Przedmiot ogólnouniwersytecki*									75	7	określone w sylabusie przedmiotu
Proseminarium magisterskie B2+								30	30	3	inne - zaliczenie na ocenę
Seminarium fizyki biomedycznej IV			30						30	2	inne - zaliczenie na ocenę
Pracownia specjalistyczna II w tym praca mgr.					240				240	20	inne - egzamin magisterski
Wariant A: Zespołowy projekt studencki**									75	5	zaliczenie na ocenę

* w ramach przedmiotów ogólnouniwersyteckich wymagane jest 5 ECTS z przedmiotów z obszaru nauk humanistycznych lub społecznych

** Zespołowy projekt studencki za 5ECTS można zaliczyć jako odrębny przedmiot do wyboru oraz w ramach innych przedmiotów

Łączna liczba punktów ECTS (w roku): 60

Łączna liczba godzin zajęć (w roku): 790

Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 790

OBJAŚNIENIA

Formy realizacji zajęć:

- W – wykład
- K – konwersatorium
- S – seminarium
- Ć – ćwiczenia
- L – laboratorium
- Wr – warsztaty
- Proj – projekt
- Inne (należy podać jakie)

Zajęcia związane z profilem kształcenia:

- P – zajęcia praktyczne dla profilu praktycznego
- B – zajęcia związane z działalnością naukową dla profilu ogólnoakademickiego

Sposoby weryfikacji efektów uczenia:

- EU – egzamin ustny
- EP – egzamin pisemny
- T – test
- E – esej
- Proj – projekt
- PR – praca roczna
- Inne (należy podać jakie)

Program dla specjalności: *projektowanie molekularne i bioinformatyka*

Rok studiów: pierwszy

Semestr: pierwszy i drugi

Nazwa przedmiotu/ grupa zajęć	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Sposoby weryfikacji efektów przypisanych do przedmiotu
	W	K	S	Ć	L	Wr	Pr	Inne			
Algorytmika i metody	30			30					60	5	inne - zaliczenie na ocenę

obliczeniowe bioinformatyki											
Technologie w skali genomowej I	30			30					60	4,5	EP dodatkowo opcjonalny EU
Metody modelowania matematycznego i komputerowego w naukach przyrodniczych	60								60	5	EP dodatkowo opcjonalny EU
Wariant A:											
Własność intelektualna i przedsiębiorczość	30								30	2	EP
Wariant B:											
Własność intelektualna i przedsiębiorczość z projektem zespołowym	30						60		90	5	Proj
Przedmioty ogólnouniwersyteckie*									40	4	określone w sylabusie przedmiotu
Metody wirtualnej rzeczywistości w bioinformatyce	30			30					60	6	EP dodatkowo opcjonalny EU

Przedmioty do wyboru z wydziałów matematyczno-przyrodniczych									195	19,5	EP dodatkowo opcjonalny EU
	Wariant A										
lub									165	16,5	
Wariant B											
Metody biologii strukturalnej	30			30					60	5	EP dodatkowo opcjonalny EU
Podstawy medycyny molekularnej	30			30					60	6	EP dodatkowo opcjonalny EU
Praktyki zawodowe PM								70	70	3	inne - zaliczenie

* w ramach przedmiotów ogólnouniwersyteckich wymagane jest 5 ECTS z przedmiotów z obszaru nauk humanistycznych lub społecznych

Łączna liczba punktów ECTS (w roku): 60

Łączna liczba godzin zajęć (w roku): 695 - 725

Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 695 - 725

Rok studiów: drugi

Semestr: trzeci i czwarty

Nazwa przedmiotu/ grupa zajęć	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Sposoby weryfikacji efektów przypisanych do przedmiotu
	W	K	S	C	L	Wr	Pr	Inne			
Technologie w skali genomowej II	30			60					90	6	EP dodatkowo opcjonalny EU
Pracownia specjalistyczna I*				120					120	10	inne - zaliczenie na ocenę
Przedmiot do wyboru z listy FIZ									120	12	EP dodatkowo opcjonalny EU lub inne - zaliczenie na ocenę
Przedmioty ogólnouniwersyteckie**									30	2	określone w sylabusie przedmiotu
Seminarium biofizyki oraz projektowania molekularnego i bioinformatyki			30						30	2	Inne - zaliczenie na ocenę

Proseminarium biofizyczne B2+								30	30	3	Inne - zaliczenie na ocenę
Przedmioty do wyboru z listy wydziałów matematyczno-przyrodniczych	45								45	5	EP dodatkowo opcjonalny EU lub inne - zaliczenie na ocenę
Pracownia specjalistyczna II w tym praca mgr.					240				240	20	egzamin magisterski
Wariant A: Zespołowy projekt studencki**									75	5	zaliczenie na ocenę

Zespołowy projekt studencki można zaliczyć jako odrębny przedmiot do wyboru lub w ramach przedmiotów do wyboru lub pracowni i pracy magisterskiej

*w ramach „Pracowni specjalistycznej I” można zrealizować „Zespołowy projekt studencki 2” za 5 ECTS

** w ramach przedmiotów ogólnouniwersyteckich wymagane jest 5 ECTS z przedmiotów z obszaru nauk humanistycznych lub społecznych

Łączna liczba punktów ECTS (w roku): 60

Łączna liczba godzin zajęć (w roku): 780

Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 780

OBJAŚNIENIA

Formy realizacji zajęć:

- W – wykład

Sposoby weryfikacji efektów uczenia:

- EU – egzamin ustny
- EP – egzamin pisemny

- K – konwersatorium
- S – seminarium
- Ć – ćwiczenia
- L – laboratorium
- Wr – warsztaty
- Proj – projekt
- Inne (należy podać jakie)

Zajęcia związane z profilem kształcenia:

- P – zajęcia praktyczne dla profilu praktycznego
- B – zajęcia związane z działalnością naukową dla profilu ogólnoakademickiego

- T – test
- E – esej
- Proj – projekt
- PR – praca roczna
- Inne (należy podać jakie)