

# Dwuletnie studia II stopnia na kierunku fizyka, specjalność *Biofizyka*

Biofizyka to uznana dziedzina nauk przyrodniczych o wielkich tradycjach, która dotyczy badań metodami fizyki obiektów biologicznych, od pojedynczych molekuł, poprzez coraz bardziej złożone funkcjonalne kompleksy i struktury subkomórkowe o wymiarach nano, aż do struktur makroskopowych żywej materii. W szczególności biofizyka molekularna, przeżywa swój renesans w związku z rozwojem szeregu metod fizycznych, takich jak: rentgenografia strukturalna, wielowymiarowy jądrowy rezonans magnetyczny (NMR), mikroskopia sił atomowych (AFM) i kriomikroskopia elektronowa pojedynczych cząsteczek (cryo-EM), spektroskopia pojedynczych cząsteczek, spektrometria masowa (MS) czy ultrawiórowanie analityczne, a także teoretyczne metody modelowania molekularnego i komputerowych symulacji dynamiki molekularnej. Rozwój inżynierii genetycznej pozwala na produkowanie natywnych i modyfikowanych makromolekuł, białek i kwasów nukleinowych do badań w zakresie biofizyki, które 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. Warsztat biofizyka musi więc obejmować nie tylko podstawy fizyki, matematyki i informatyki służące do budowy modeli, chemii i genetyki - do produkcji zaprojektowanych molekuł i makromolekuł, ale także biologii, w zakresie funkcjonowania badanych obiektów molekularnych. Badania doświadczalne są ściśle powiązane z teoretycznymi

i obliczeniowymi pracami badawczymi z zastosowaniem metod molekularnego modelowania, projektowania układów molekularnych o oczekiwanych właściwościach oraz bioinformatyki. Badania w zakresie biofizyki mają ustaloną tradycję na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. Prowadzone są w Zakładzie Biofizyki, najstarszym tego typu zakładem działającym na Wydziale Fizyki w Polsce, który został utworzony w roku 1965 przez prof. Davida Shugara. Biofizyka molekularna wymaga wiedzy z zakresu fizyki, matematyki, informatyki, biologii oraz chemii. Celem studiów jest zapewnienie studentom harmonijnego, interdyscyplinarnego kształcenie na poziomie ponadlicencjackim. Absolwenci specjalności będą przygotowani do operowania poszerzoną wiedzą z zakresu fizyki oraz podstawową wiedzą w zakresie chemii i biologii, oraz będą posiadać umiejętności stosowania zaawansowanych, doświadczalnych metod fizycznych w laboratoriach badawczych, analitycznych i diagnostycznych, rozwiązywania interdyscyplinarnych problemów dotyczących funkcjonowania biomolekuł o potencjalnych zastosowaniach biotechnologicznych i medycznych. Będą przygotowani do współpracy ze specjalistami innych dyscyplin naukowych, w szczególności lekarzami.

## Plan studiów

**W ramach zajęć ogólnouniwersyteckich należy koniecznie uzyskać co najmniej 5 ECTS z obszaru nauk humanistycznych i społecznych**

### Semestr I

Nazwa przedmiotu	Kod w USOS	wykład	ćwiczenia	konwersa-torium	punkty ECTS	forma zaliczenia	blok przedm.
Pracownia fizyczna II stopnia A			45		5	zaliczenie na ocenę	LAB/NUM
Fizyka statystyczna IIA lub Fizyka statystyczna IIB		30	30		6	egzamin	FIZ/MAT
Analiza numeryczna*		30	30		6	egzamin	NUM

Wybrane zagadnienia fizyki współczesnej**		30	30		6	egzamin	FIZ/MAT
Wybrane zagadnienia fizyki współczesnej**		30	30		6	egzamin	FIZ/MAT
Własność intelektualna i przedsiębiorczość		30			1	zaliczenie na ocenę	WIP

\* przedmiot wybrany z Listy N przedmiotów numerycznych, proponowanych dla studentów studiów II stopnia lub z listy przedmiotów numerycznych studiów I stopnia (jeśli student tego przedmiotu nie zaliczał podczas studiów I stopnia).

\*\* do wyboru z Listy S wykładów proponowanych dla studentów studiów II stopnia lub z listy przedmiotów studiów I stopnia (jeśli student tego przedmiotu nie zaliczał podczas studiów I stopnia).

Łączna liczba godzin: 315

Łączna liczba godzin z udziałem prowadzącego zajęcia i studentów: 315

Łączna liczba punktów ECTS: 30

### Semestr II

Nazwa przedmiotu	Kod w USOS	wykład	ćwiczenia	konwersa-torium	punkty ECTS	forma zaliczenia	blok przedm.
Pracownia fizyczna II stopnia B			45		5	zaliczenie na ocenę	LAB/NUM
Molekularna mechanika kwantowa		30	30		6	egzamin	FIZ/MAT
Biologia komórki B		60			5	egzamin	PozaFIZ
Chemia organiczna		30	15		3	egzamin	PozaFIZ
Chemia bioorganiczna		30	15		3	egzamin	PozaFIZ
Pracownia chemiczno-biologiczna			75		6	zaliczenia na ocenę	LAB
Praktyki studenckie (2 tygodnie po I roku, 50-60 h)	1100-4BM24				2	zaliczenie	PRAKT

Łączna liczba godzin: 330

Łączna liczba godzin z udziałem prowadzącego zajęcia i studentów: 330

Łączna liczba punktów ECTS: 30

### Semestr III

Nazwa przedmiotu	Kod w USOS	wykład	ćwiczenia	konwersa-torium	punkty ECTS	forma zaliczenia	blok przedm.
Biofizyka doświadczalna		60			6	egzamin	FIZ
Bioinformatyka i modelowanie		30	30		6	egzamin	MAT/NUM
Pracownia biofizyki doświadczalnej			120		12	zaliczenie na ocenę	LAB

Przedmioty Ogólnouniwersyteckie		60			6	egzamin lub zaliczenie na ocenę	POZA FIZ
---------------------------------	--	----	--	--	---	---------------------------------	----------

Łączna liczba godzin: 300

Łączna liczba godzin z udziałem prowadzącego zajęcia i studentów: 300

Łączna liczba punktów ECTS: 30

#### Semestr IV

Nazwa przedmiotu	Kod w USOS	wykład	ćwiczenia	konwersa - torium	punkty ECTS	forma zaliczenia	blok przedm.
Proseminarium B2+				30	3	zaliczenia na ocenę	B2+
Seminarium biofizyki oraz projektowania molekularnego i bioinformatyki				30	3	zaliczenie na ocenę	FIZ
Wykłady do wyboru		30 (lub więcej)			4	egzamin lub zaliczenie na ocenę	
PRACOWNIA SPECJALISTYCZNA II i PRACA MAGISTERSKA			240		20	egzamin	PracMGR

Łączna liczba godzin: 330

Łączna liczba godzin z udziałem prowadzącego zajęcia i studentów: 330

Łączna liczba punktów ECTS: 30

#### Studia II stopnia:

Łączna liczba godzin: 1275

Łączna liczba godzin z udziałem prowadzącego i studentów: 1275

Łączna liczba godzin zajęć praktycznych: 615

Łączna liczba ECTS: **120**

Łączna liczba ECTS za zajęcia z udziałem prowadzącego i studentów: 51

Łączna liczba ECTS za zajęcia praktyczne: 30

#### Lista N.

Nazwa przedmiotu	wykład	ćwiczenia	konwersa - torium	punkty ECTS	forma zaliczenia	blok przedm.
Analiza numeryczna	30	30		6	egzamin	NUM
Programowanie i metody numeryczne	30	60		6	egzamin	NUM
Przedmioty numeryczne z oferty UW zatwierdzone przez opiekuna specjalności po uzgodnieniu z Dziekanem	30	30				NUM

**Lista S.**

Nazwa przedmiotu	wykład	ćwiczenia	konwersa- torium	punkty ECTS	forma zaliczenia	blok przedm.
Spektroskopia molekularna*	30	15		4	egzamin	FIZ/MAT
Przedmioty z fizyki współczesnej z oferty Wydziału Fizyki zatwierdzone przez opiekuna specjalności po uzgodnieniu z Dziekanem	60 (lub więcej)			6 (lub więcej)	egzamin	FIZ/MAT

\* lub inny dowolny wykład ze spektroskopii molekularnej z oferty UW (wykład zalecany)

**Tabela odniesienia efektów kierunkowych do efektów obszarowych**

nazwa kierunku studiów: Fizyka poziom kształcenia: studia II stopnia profil kształcenia: ogólnoakademicki		
symbol kierunkowych efektów kształcenia	efekty kształcenia	odniesienie do obszarowych efektów kształcenia
<b>Wiedza</b>		
<b>K_W01</b>	posiada rozszerzoną wiedzę ogólną w wybranym obszarze nauk fizycznych, a także jej historyczny rozwój i znaczenie dla postępu nauk ścisłych i przyrodniczych, poznania świata i rozwoju ludzkości; potrafi samodzielnie odtworzyć podstawowe twierdzenia i prawa oraz ich dowody	<b>X2A_W01 X2A_W03</b>
<b>K_W02</b>	posiada pogłębioną wiedzę w zakresie zaawansowanej matematyki, metod matematycznych oraz technik informatycznych, konieczną do rozwiązywania problemów fizycznych w wybranym obszarze nauk fizycznych lub w zakresie specjalności przewidzianej programem studiów	<b>X2A_W02 X2A_W04</b>
<b>K_W03</b>	zna zaawansowane techniki doświadczalne, obserwacyjne i numeryczne pozwalające zaplanować i wykonać złożony eksperyment fizyczny	<b>X2A_W03</b>
<b>K_W04</b>	zna teoretyczne zasady działania układów pomiarowych i aparatury, badawczej specyficznych dla obszaru fizyki związanego z wybraną specjalnością	<b>X2A_W05</b>
<b>K_W05</b>	posiada pogłębioną wiedzę szczegółową z fizyki w zakresie wybranej specjalności	<b>X2A_W01</b>
<b>K_W06</b>	posiada wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju fizyki, a w szczególności w obrębie obranej specjalności	<b>X2A_W06</b>
<b>K_W07</b>	zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu pozwalającym na samodzielną pracę w obszarze odpowiadającym obranej specjalności	<b>X2A_W07</b>

<b>K_W08</b>	ma podstawową wiedzę dotyczącą uwarunkowań prawnych i etycznych związanych z działalnością naukową i dydaktyczną	<b>X2A_W08</b>
<b>K_W09</b>	zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego oraz konieczność zarządzania zasobami własności intelektualnej; potrafi korzystać z zasobów informacji patentowych	<b>X2A_W09</b>
<b>K_W10</b>	zna ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości, wykorzystującej wiedzę z fizyki	<b>X2A_W10</b>
<b>Umiejętności</b>		
<b>K_U01</b>	potrafi zastosować metodę naukową w rozwiązywaniu problemów, realizacji eksperymentów i wnioskowaniu	<b>X2A_U04</b>
<b>K_U02</b>	posiada umiejętności planowania i przeprowadzenia zaawansowanych eksperymentów lub obserwacji w określonych obszarach fizyki lub jej zastosowań	<b>X2A_U01</b>
<b>K_U03</b>	potrafi dokonać krytycznej analizy wyników pomiarów, obserwacji lub obliczeń teoretycznych wraz z oceną dokładności wyników	<b>X2A_U02</b>
<b>K_U04</b>	potrafi znajdować niezbędne informacje w literaturze fachowej, zarówno z baz danych jak i innych źródeł; potrafi odtworzyć tok rozumowania lub przebieg eksperymentu opisanego w literaturze z uwzględnieniem poczynionych założeń i przybliżeń	<b>X2A_U03</b> <b>X2A_U06</b>
<b>K_U05</b>	posiada umiejętność syntezy metod i idei z różnych obszarów fizyki; jest w stanie zauważyć, że odległe nieraz zjawiska opisane są przy użyciu podobnego modelu	<b>X2A_U05</b>
<b>K_U06</b>	potrafi zaadaptować wiedzę i metodykę fizyki, a także stosowane metody doświadczalne i teoretyczne do pokrewnych dyscyplin naukowych	<b>X2A_U04</b>
<b>K_U07</b>	potrafi przedstawić wyniki badań (eksperymentalnych, teoretycznych lub numerycznych) w formie pisemnej (w języku polskim i angielskim), ustnej (w języku polskim i angielskim), prezentacji multimedialnej lub plakatu	<b>X2A_U05</b> <b>X2A_U08</b> <b>X2A_U09</b>
<b>K_U08</b>	potrafi skutecznie komunikować się zarówno ze specjalistami jak i niespecjalistami w zakresie problematyki właściwej dla studiowanego obszaru fizyki oraz w zakresie obszarów leżących na pograniczu pokrewnych dyscyplin naukowych	<b>X2A_U06</b>
<b>K_U09</b>	potrafi określić kierunki dalszego doskonalenia wiedzy i umiejętności (w tym samokształcenia) w zakresie wybranej specjalności oraz poza nią	<b>X2A_U07</b>
<b>K_U10</b>	posługuje się językiem angielskim w stopniu pozwalającym na samodzielne uzupełnianie wykształcenia oraz komunikację ze specjalistami w zakresie tej samej lub pokrewnej specjalności, zgodnie z wymogami określonymi dla poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego	<b>X2A_U10</b>
<b>Kompetencje społeczne</b>		
<b>K_K01</b>	rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie. Potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób	<b>X2A_K01</b>
<b>K_K02</b>	potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role	<b>X2A_K02</b>
<b>K_K03</b>	potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania	<b>X2A_K03</b>

<b>K_K04</b>	rozumie i docenia znaczenie uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób; ma świadomość problemów etycznych w kontekście rzetelności badawczej (plagiat czy autoplgiat); ma świadomość rozstrzygającej roli eksperymentu w weryfikacji teorii fizycznych; ma świadomość istnienia metody naukowej w gromadzeniu wiedzy	<b>X2A_K04</b>
<b>K_K05</b>	rozumie potrzebę systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi podstawowymi w wybranym obszarze nauk fizycznych, w celu poszerzenia i pogłębienia wiedzy; jest świadomy zagrożeń przy pozyskiwaniu informacji z niezweryfikowanych źródeł, w tym z Internetu	<b>X2A_K05</b>
<b>K_K06</b>	ma świadomość odpowiedzialności za podejmowane inicjatywy badań, eksperymentów lub obserwacji; rozumie społeczne aspekty praktycznego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności oraz związaną z tym odpowiedzialności	<b>X2A_K06</b>
<b>K_K07</b>	potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy	<b>X2A_K07</b>