

## Dwuletnie studia II stopnia na kierunku Zastosowania fizyki w biologii i medycynie, specjalność *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. Badania w dziedzinach molekularnego modelowania układów biomolekularnych, w tym projektowania takich układów jak specyficzne inhibitory enzymów (potencjalne leki) oraz rozwijania i stosowania metod informatyki w badaniach układów i procesów biomolekularnych (bioinformatyki) mają bardzo długą i ustaloną tradycję na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. Teoretyczne i obliczeniowe prace badawcze oraz zajęcia dydaktyczne związane z metodami molekularnego modelowania, projektowania układów molekularnych o oczekiwanych właściwościach oraz biologii obliczeniowej i bioinformatyki prowadzone są one w Zakładzie Biofizyki i posiadają ustaloną międzynarodową pozycję. Wiele strategii badawczych i edukacyjnych realizowanych w szeregu ośrodków naukowych w Polsce wzorowanych było lub wywodziło się zespołów badawczych Zakładu Biofizyki IFD.

**Celem studiów II 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 uzyskają wykształcenie w zakresie stosowania różnorodnych metod projektowania molekularnego i bioinformatyki w biofizyce, chemii, biologii i naukach medycznych. Studia przygotowują 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.

### PLAN STUDIÓW

I semestr

Nazwa przedmiotu	Wykład	Ćwiczenia	Konwersatorium	Punkty ECTS	Forma zaliczenia
Algorytmika i metody obliczeniowe bioinformatyki	30	30		5	zaliczenie na ocenę
Metody matematyczne i obliczeniowe fizyki	60	30		8	egzamin
Fizyka statystyczna	30	30		6	egzamin
Projektowanie leków	30	30		5	egzamin
Metody biologii strukturalnej	30	30		5	egzamin

Własność intelektualna i przedsiębiorczość	30			1	egzamin
--	----	--	--	---	---------

Łączna liczba godzin: **360**

Łączna liczba punktów ECTS: **30**

### II semestr

Nazwa przedmiotu	Wykład	Ćwiczenia	Konwersatorium	Punkty ECTS	Forma zaliczenia
Molekularna mechanika kwantowa	30	30		6	egzamin
Metody wirtualnej rzeczywistości w bioinformatyce	30	30		6	egzamin
Metody modelowania matematycznego i komputerowego w naukach przyrodniczych	45			4	egzamin
Podstawy medycyny molekularnej	30	30		6	egzamin
Stochastyczny opis fizycznych zjawisk	30	30		6	egzamin
Praktyki studenckie (2 tygodnie)				2	zaliczenie

Łączna liczba godzin: **300**

Łączna liczba punktów ECTS: **30**

### III semestr

Nazwa przedmiotu	Wykład	Ćwiczenia	Konwersatorium	Punkty ECTS	Forma zaliczenia
Technologie w skali genomowej II	30	60		7	egzamin
Modelowanie złożonych systemów biologicznych	30	60		7	egzamin
Przedmioty ogólnouniwersyteckie	60			6	egzamin lub zaliczenie na ocenę
Pracownia projektowania molekularnego i bioinformatyki		120		10	zaliczenie na ocenę

Łączna liczba godzin: **360**

Łączna liczba punktów ECTS: **30**

## IV semestr

Nazwa przedmiotu	Wykład	Ćwiczenia	Konwersatorium	Punkty ECTS	Forma zaliczenia
Seminarium biofizyki oraz projektowania molekularnego i bioinformatyki			30	3	zaliczenie na ocenę
Proseminarium studenckie B2+			30	3	zaliczenie na ocenę
Przedmiot do wyboru z listy wydziałów matematyczno-przyrodniczych	45			4	egzamin lub zaliczenie na ocenę
Pracownia specjalistyczna II i praca magisterska		240		20	egzamin

Łączna liczba godzin: **345**

Łączna liczba punktów ECTS: **30**

**Łącznie przez 4 semestry 1365 godzin i 120 ECTS**

**LISTA FIZ (efekty kształcenia: K\_W01, K\_W04, K\_W05, K\_W06, K\_W07, K\_U01, K\_U02, K\_U03, K\_U05, K\_U06, K\_K01, K\_K03, K\_K05)**

Nazwa przedmiotu	wykład	ćwiczenia	konwersatorium	punkty ECTS	forma zaliczenia
Współczesne metody doświadczalne fizyki materii skondensowanej i optyki	30	30		6	egzamin
Elektrodynamika dla neuroinformatyków	30	30		6	egzamin
Podstawy fizyki kwantowej i budowy materii z elementami termodynamiki	30	30		6	egzamin
Wybrane zagadnienia z fizyki współczesnej (do wyboru)	30	30		6	egzamin
Wykład uzupełniający z fizyki (do wyboru)	30 (lub więcej)	30 (lub więcej)		6	egzamin
Molekularna mechanika kwantowa	30	30		6	egzamin
Biofizyka doświadczalna	60			6	egzamin
Wybrane aspekty fizyki współczesnej	45	45		9	egzamin
Wstęp do biofizyki	30	30		5	egzamin
Wstęp do optyki fourierowskiej	14	16		3	egzamin
Fizyka statystyczna	30	30		6	egzamin

Stochastyczny opis fizycznych zjawisk	30	30		6	egzamin
Metody biologii strukturalnej	30	30		5	egzamin

**LISTA MAT-INF (efekty kształcenia: K\_W02, K\_U01, K\_U02, K\_U03, K\_U01, K\_U02, K\_U03)**

Nazwa przedmiotu	wykład	ćwiczenia	konwersatorium	punkty ECTS	forma zaliczenia
Wybrane zagadnienia matematyki	45	45		9	egzamin
Bioinformatyka i modelowanie	30	30		6	egzamin
Statystyka II	30	60		8	egzamin
Programowanie zaawansowane	30	30		6	egzamin
Modelowanie matematyczne procesów w biologii i medycynie	30	30		5	egzamin
Modelowanie komputerowe układu nerwowego	15	45		6	zaliczenie na ocenę
Algorytmika i metody obliczeniowe bioinformatyki	30	30		5	egzamin
Metody matematyczne i obliczeniowe fizyki	60	30		8	egzamin
Metody wirtualnej rzeczywistości w modelowaniu układów biomolekularnych	30	30		5	egzamin
Metody modelowania matematycznego i komputerowego w naukach przyrodniczych	60			5	egzamin
Metody statystyczne w epidemiologii	30			3	egzamin
Technologie w skali genomowej II	30	60		7	egzamin
Modelowanie złożonych systemów biologicznych	30	60		7	egzamin

**Lista CHEM (efekty kształcenia: K\_W01, K\_W02, K\_W04, K\_W06, K\_U01, K\_U02, K\_U03, K\_U05, K\_U06, K\_K01, K\_K05)**

Nazwa przedmiotu	wykład	ćwiczenia	konwersatorium	punkty ECTS	forma zaliczenia
------------------	--------	-----------	----------------	-------------	------------------

Mechanizmy reakcji w chemii organicznej i bioorganicznej	15	15		3	egzamin
Interpretacja widm spektroskopowych związków organicznych	15	15		3	egzamin
Makromolekuły w procesie widzenia	30			4	egzamin

**Lista Pracownia fizyczna II stopnia (efekty kształcenia: K\_W04, K\_W05, K\_W07, K\_U01, K\_U02, K\_U03, K\_U07, K\_K02, K\_K03, K\_K04, K\_K05)**

Nazwa przedmiotu	wykład	ćwiczenia	konwersatorium	punkty ECTS	forma zaliczenia
Pracownia fizyczna II stopnia A		45		5	zaliczenie na ocenę
Pracownia fizyczna II stopnia B		45		5	zaliczenie na ocenę
Pracownia fizyczna stopnia II OA		45		5	zaliczenie na ocenę

**Lista BIOL efekty kształcenia: K\_W01, K\_W04, K\_W06, K\_U01, K\_U02, K\_U06, K\_K01, K\_K05)**

Nazwa przedmiotu	wykład	ćwiczenia	konwersatorium	punkty ECTS	forma zaliczenia
Genomika z inżynierią genetyczną	30	60		8	egzamin
Neurobiologia	30			3	egzamin
Sygnaly bioelektryczne	15			2	Egzamin

**Lista LAB-D (efekty kształcenia: K\_W04, K\_W05, K\_W07, K\_U01, K\_U02, K\_U03, K\_U07, K\_K01, K\_K02, K\_K03, K\_K04, K\_K05)**

Nazwa przedmiotu	wykład	ćwiczenia	konwersatorium	punkty ECTS	forma zaliczenia
------------------	--------	-----------	----------------	-------------	------------------

Pracownia inżynierii genetycznej		75		5	zaliczenie na ocenę
Pracownia biofizyki doświadczalnej		105		10	ocena
Laboratorium diagnostyki radiacyjnej		90		8	ocena
Pracownia sygnałów bioelektrycznych		60		6	zaliczenie na ocenę

**Lista LAB-K (efekty kształcenia: K\_W04, K\_W05, K\_W07, K\_U01, K\_U02, K\_U03, K\_U07, K\_K01, K\_K02, K\_K03, K\_K04, K\_K05)**

Nazwa przedmiotu	wykład	ćwiczenia	konwersatorium	punkty ECTS	forma zaliczenia
Modelowanie matematyczne procesów w biologii i medycynie	30	30		5	egzamin
Modelowanie komputerowe układu nerwowego	15	45		6	zaliczenie na ocenę
Pracownia projektowania molekularnego i bioinformatyki		120		10	zaliczenie na ocenę

**Lista SEM . (efekty kształcenia: K\_W01, K\_W04, K\_W05, K\_W06, K\_W07, K\_U03, K\_U04, K\_U05, K\_U06, K\_U07, K\_U09, K\_K01, K\_K04, K\_K05)**

Nazwa przedmiotu	wykład	ćwiczenia	konwersatorium	punkty ECTS	forma zaliczenia
Seminarium biofizyki oraz projektowania molekularnego i bioinformatyki			30	3	zaliczenie na ocenę
Seminarium fizyki biomedycznej			30	3	ocena
Seminarium nauk o widzeniu			120	12	

**Lista MED. (efekty kształcenia: K\_W03, K\_W04, K\_W05, K\_W06, K\_U02, K\_U05, K\_U06, K\_U08)**

<b>Nazwa przedmiotu</b>	<b>wykład</b>	<b>ćwiczenia</b>	<b>konwersa- torium</b>	<b>punkty ECTS</b>	<b>forma zaliczenia</b>
Podstawy medycyny molekularnej	30	30		6	egzamin
Projektowanie leków	30	30		5	egzamin
Fizyczne podstawy radioterapii	30	30		5	egzamin
Planowanie radioterapii	30	30		6	egzamin
Staż z diagnostyki radiacyjnej		90		7	ocena
Obrazowanie medyczne	60			6	egzamin
Optometria geriatryczna i niedowidzenie	30			4	egzamin
Farmakologia oczna	30			3	egzamin
Ochrona radiologiczna I	30			3	egzamin
Optometria pediatryczna	30			3	egzamin
Kliniczne aspekty pomiaru refrakcji	15	45		7	egzamin
Ortoptyka i ćwiczenia wzrokowe	15	15		3	egzamin

**Lista OGN.(efekty kształcenia: K\_W09, K\_W10, K\_K04)**

<b>Nazwa przedmiotu</b>	<b>wykład</b>	<b>ćwiczenia</b>	<b>konwersa- torium</b>	<b>punkty ECTS</b>	<b>forma zaliczenia</b>
Własność intelektualna i przedsiębiorczość	30			1	zaliczenie na ocenę
Przedmiot ogólnouniwersytecki	30			3	zaliczenie na ocenę
Przedmiot do wyboru z listy wydziałów matematyczno-przyrodniczych	45			4	zaliczenie na ocenę
Przedmiot do wyboru z listy wydziałów matematyczno-przyrodniczych	30			3	zaliczenie na ocenę
Przedmiot do wyboru z listy wydziałów matematyczno-przyrodniczych	30	30		6	zaliczenie na ocenę

Przedmiot do wyboru z listy wydziałów matematyczno-przyrodniczych	45(30)	(15)		5	zaliczenie na ocenę lub egzamin
---	--------	------	--	---	---------------------------------

Tabela odniesienia efektów kierunkowych do efektów obszarowych

nazwa kierunku studiów: Zastosowania fizyki w biologii i medycynie poziom kształcenia: studia II stopnia profil kształcenia: ogólnoakademicki		
symbol kierunkowych efektów kształcenia	efekty kształcenia: osoba posiadająca kwalifikacje drugiego stopnia	odniesienie do obszarowych efektów kształcenia
<b>Wiedza</b>		
<b>K_W01</b>	posiada rozszerzoną wiedzę ogólną w wybranych obszarach nauk fizycznych, chemicznych i biologicznych a także w zakresie ich historycznego rozwoju, wzajemnego powiązania i znaczenie dla postępu nauk ścisłych i przyrodniczych, poznania świata i rozwoju ludzkości; potrafi samodzielnie odtworzyć podstawowe twierdzenia i prawa oraz ich dowody; rozumie złożone zjawiska i procesy fizyczne, chemiczne i biologiczne w zakresie specjalności przewidzianej programem studiów; rozumie istotę i znaczenie interdyscyplinarnego podejścia w naukach ścisłych i przyrodniczych oraz możliwości jego szerokiego wykorzystania	<b>X2A_W01 X2A_W03 P2A_W01 P2A_W02 P2A_W03 P2A_W04</b>
<b>K_W02</b>	posiada pogłębioną wiedzę w zakresie zaawansowanej matematyki, metod matematycznych oraz technik obliczeniowych, numerycznych i informatycznych, konieczną do rozwiązywania i modelowania problemów fizycznych w wybranym ze względu na specjalność w obszarze nauk fizycznych i w zakresie innych dziedzin naukowych przewidzianych programem studiów	<b>X2A_W02 X2A_W04 P2A_W04 P2A_W06</b>
<b>K_W03</b>	posiada wiedzę w zakresie fizykochemicznych i biologicznych podstaw nauk o zdrowiu, w obszarze dziedzin i dyscyplin naukowych właściwych dla studiowanego kierunku; rozumie zasady funkcjonowania sprzętu i aparatury stosowanych w dyscyplinach naukowych o profilu medycznym, właściwych dla studiowanego kierunku	<b>M1_W01 M2_W07</b>
<b>K_W04</b>	zna zaawansowane techniki doświadczalne, obserwacyjne i numeryczne pozwalające zaplanować i wykonać złożony eksperyment fizyczny, chemiczny i biologiczny	<b>X2A_W03 P2A_W07</b>



<b>K_W05</b>	zna teoretyczne zasady działania układów pomiarowych i aparatury badawczej, specyficznych dla obszaru fizyki, chemii i biologii związanych z wybraną specjalnością	<b>X2A_W05</b> <b>P2A_W07</b>
<b>K_W06</b>	posiada pogłębioną wiedzę szczegółową z fizyki, chemii lub biologii w zakresie wybranej specjalności	<b>X2A_W01</b> <b>P2A_W01</b>
<b>K_W07</b>	posiada wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju nauk ścisłych, przyrodniczych i medycznych, w obrębie obranej specjalności, a w szczególności zna terminologię z zakresu tych dyscyplin	<b>X2A_W06</b> <b>P2A_W05</b> <b>M1_W10</b>
<b>K_W08</b>	zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu pozwalającym na samodzielną pracę w obszarze odpowiadającym obranej specjalności	<b>X2A_W07</b> <b>P2A_W09</b>
<b>K_W09</b>	ma podstawową wiedzę dotyczącą uwarunkowań prawnych, etycznych i finansowych, związanych z działalnością naukową i dydaktyczną	<b>X2A_W08</b> <b>P2A_W08</b>
<b>K_W10</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>P2A_W10</b> <b>M2_W11</b>
<b>K_W11</b>	zna ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości, wykorzystującej wiedzę z zakresu szeroko rozumianych nauk ścisłych, przyrodniczych i medycznych	<b>X2A_W10</b> <b>P2A_W11</b> <b>M2_W12</b>
<b>Umiejętności</b>		
<b>K_U01</b>	potrafi zastosować metodę naukową w rozwiązywaniu problemów, realizacji eksperymentów i wnioskowaniu	<b>X2A_U04</b> <b>P2A_U04</b>
<b>K_U02</b>	posiada umiejętności planowania i przeprowadzenia zaawansowanych eksperymentów lub obserwacji w obszarach fizyki, chemii i biologii właściwych dla studiowanego kierunku; potrafi opracować uzyskane wyniki z wykorzystaniem metod numerycznych i komputerowych, umie posługiwać się zaawansowanym technicznie sprzętem i aparaturą badawczą i współdziałać ze specjalistami z zakresu medycyny; potrafi posługiwać się wyspecjalizowanymi narzędziami i technikami informatycznymi w celu pozyskiwania danych, a także analizować i krytycznie oceniać te dane	<b>X2A_U01</b> <b>P2A_U01</b> <b>P2A_U05</b> <b>M2_U02</b> <b>M2_U06</b>
<b>K_U03</b>	potrafi dokonać krytycznej analizy wyników pomiarów, obserwacji lub obliczeń teoretycznych i modelowania komputerowego wraz z oceną dokładności wyników oraz posiada umiejętność interpretacji danych doświadczalnych na gruncie teorii i modeli teoretycznych	<b>X2A_U02</b> <b>P2A_U03</b> <b>P2A_U06</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, potrafi poszerzać na tej podstawie wiedzę w zakresie uprawianej przez siebie dyscypliny	<b>X2A_U03</b> <b>X2A_U06</b> <b>X2A_U07</b> <b>P2A_U02</b> <b>P2A_U07</b>
<b>K_U05</b>	posiada umiejętność syntezy metod i idei z różnych obszarów fizyki; chemii i biologii oraz wybranych dziedzin medycyny, jest w stanie zauważyć, że odległe nieraz zjawiska mogą być opisane 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: chemii, biologii oraz wybranych zagadnień medycznych, stosownie do specjalności	<b>X2A_U04</b>
<b>K_U07</b>	potrafi przedstawić wyniki badań (eksperymentalnych, teoretycznych lub obliczeniowych) w formie pisemnego raportu (w języku polskim i angielskim), w formie ustnej (w języku polskim i angielskim), w formie prezentacji multimedialnej, plakatu konferencyjnego; posiada umiejętności niezbędne do opracowania materiału badawczego w formie pracy magisterskiej oraz podstawowe umiejętności przygotowania publikacji naukowej (w języku polskim i angielskim) pod kierunkiem opiekuna naukowego	<b>X2A_U05</b> <b>X2A_U08</b> <b>X2A_U09</b> <b>P2A_U08</b> <b>P2A_U09</b> <b>P2A_U10</b> <b>M2_U13</b> <b>M2_U14</b>
<b>K_U08</b>	potrafi skutecznie komunikować się zarówno ze specjalistami jak i niespecjalistami w zakresie problematyki właściwej dla studiowanego obszaru nauk ścisłych i przyrodniczych oraz w zakresie obszarów leżących na pograniczu pokrewnych dyscyplin naukowych	<b>X2A_U05</b> <b>X2A_U06</b> <b>P2A_U10</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>P2A_U11</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>P2A_U12</b> <b>M2_U15</b>
<b>Kompetencje społeczne</b>		

<b>K_K01</b>	rozumie potrzebę konieczność uczenia się przez całe życie w warunkach szybkiego wzrostu poziomu wiedzy naukowej i zmieniających się warunkach życia, potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób	<b>X2A_K01</b> <b>P2A_K01</b> <b>M2_K01</b>
<b>K_K02</b>	potrafi współdziałać i pracować w grupach, w tym interdyscyplinarnych zespołach zrzeszających pracowników różnych dziedzin i dyscyplin badawczych; jest świadoma własnych ograniczeń i wie, kiedy zwrócić się do ekspertów	<b>X2A_K02</b> <b>P2A_K02</b> <b>M2_K02</b>
<b>K_K03</b>	potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonych zadań i przedsięwzięć o zróżnicowanym, interdyscyplinarnym charakterze	<b>X2A_K03</b> <b>P2A_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 autoplaciat); ma świadomość rozstrzygającej roli eksperymentu w weryfikacji teorii fizycznych; ma świadomość istnienia metody naukowej w gromadzeniu wiedzy	<b>X2A_K04</b> <b>P2A_K04</b>
<b>K_K05</b>	rozumie potrzebę systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi podstawowymi w wybranym obszarze nauk ścisłych i przyrodniczych, w celu poszerzenia i pogłębienia wiedzy; jest świadomy zagrożeń przy pozyskiwaniu informacji z niezweryfikowanych źródeł, w tym z Internetu	<b>X2A_K05</b> <b>P2A_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 odpowiedzialność	<b>X2A_K06</b> <b>P2A_K06</b>
<b>K_K07</b>	potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy	<b>X2A_K07</b> <b>P2A_K07</b>