



Uchwała Rady Wydziału Fizyki UW
Nr 15/2010/2011
z dnia 14 lutego 2011 r.
w sprawie wniosku o otwarcie Studiów II stopnia
na kierunku Zastosowania Fizyki w Biologii i Medycynie w roku akad. 2012/2013

Rada Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego zwraca się do Senatu Uniwersytetu Warszawskiego o otwarcie Studiów II stopnia na kierunku Zastosowania Fizyki w Biologii i Medycynie w roku akad. 2012/2013

Treść wniosku stanowi [załącznik](#) do niniejszej Uchwały.

DZIEKAN

Prof. dr hab. Teresa Rząca-Urban

WNIOSEK O UTWORZENIE NOWEGO KIERUNKU STUDIÓW

1. Proponowany nowy kierunek studiów: Zastosowania fizyki w biologii i medycynie (Applications of Physics in Biology and Medicine)
2. Specjalności w ramach proponowanego nowego kierunku studiów: Fizyka medyczna, Neuroinformatyka, Biofizyka molekularna, Projektowanie molekularne i bioinformatyka. (Medical Physics, Neuroinformatics, Molecular Biophysics, Molecular Design and Bioinformatics)
3. Specjalizacje w ramach proponowanego nowego kierunku studiów: ---
4. Jednostka mająca prowadzić kierunek: Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego (University of Warsaw, Faculty of Physics)
5. Rodzaj studiów, forma studiów, czas trwania studiów: studia drugiego stopnia, stacjonarne, 2 lata (second cycle programme, full-time, 2 years)
6. Przewidywany termin rozpoczęcia studiów: rok akademicki 2012/2013
7. Uzasadnienie merytoryczne (streszczenie): Gwałtowny rozwój nauk i technologii z pogranicza fizyki, biologii, chemii, medycyny i informatyki rodzi zapotrzebowanie na wysokiej klasy specjalistów wykształconych do pracy w interdyscyplinarnych zespołach naukowo-badawczych i wdrożeniowych. Umieszczenie obok fizyki ogólnych podstaw nauk biologicznych i chemicznych oraz zaawansowanych przedmiotów kierunkowych nie jest możliwe w ramach obowiązujących obecnie standardów kształcenia. Wydział Fizyki UW, wykorzystując głównie własny potencjał dydaktyczno-naukowy oraz doświadczenie uzyskane podczas aktualnie prowadzonych studiów I stopnia jest w pełni przygotowany do poprowadzenia studiów II stopnia zarówno w specjalnościach o ustalonej pozycji w nauce i na rynku pracy, jak Fizyka Medyczna czy Biofizyka molekularna, jak też w dziedzinach nowo powstałych, takich jak Neuroinformatyka czy Projektowanie molekularne i bioinformatyka.
8. Rekrutacja: załącznik A: A1. Wymagania stawiane kandydatom A2. Zasady rekrutacji A3. Zasady odpłatności A4. Przewidywana liczba studentów/limit przyjęć
9. Opis studiów: załącznik B: B0. Standardy kształcenia dla nowego kierunku studiów B1. Oczekiwane cele kształcenia B2. Kwalifikacje absolwenta B3. Ramowy program studiów zgodny z zaproponowanymi standardami kształcenia dla nowego kierunku i poziomu kształcenia, z uwzględnieniem punktacji ECTS B4. Szczegółowy plan studiów zgodny z zaproponowanymi standardami kształcenia dla nowego kierunku i poziomu kształcenia, z uwzględnieniem punktacji ECTS B5. Programy nauczania przedmiotów objętych planem studiów (sylabusy)
10. Informacja o jednostce prowadzącej studia: załącznik C: C1. Informacja o minimum kadrowym C2. Informacja o infrastrukturze zapewniającej prawidłową realizację celów kształcenia C3. Informacja o dostępie do biblioteki wyposażonej w literaturę związaną z nowym kierunkiem C4. Informacja o prowadzonych przez jednostkę badaniach naukowych w dyscyplinie lub dziedzinie związanej z nowym kierunkiem C5. Informacja o liczbie studentów stacjonarnych i niestacjonarnych oraz proporcji na każdym z prowadzonych przez jednostkę studiów
11. Kosztorys studiów zawierający kalkulację kosztów i wysokość opłat na studiach płatnych załącznik D
12. Uchwała(y) rady wydziału/rad wydziałów/rady międzywydziałowej jednostki organizacyjnej wnioskująca(e) do Senatu UW o nowy kierunek studiów oraz Porozumienia: załącznik E: E1. Uchwały E2. Porozumienie o współpracy zawarte między jednostkami UW E3. Porozumienie dotyczące przypadku, gdy kierunek będzie prowadzony wspólnie przez różne uczelnie i instytucje naukowe, w tym zagraniczne
13. Informacja o konsultacji nowego kierunku studiów: załącznik F

.....
Data

.....
podpis Dziekana/Kierownika (ów) podstawowej jednostki organizacyjnej

UZASADNIENIE MERYTORYCZNE (rozwińcie)

Pogranicze fizyki oraz nauk biologicznych i medycyny to jeden z najdynamiczniej rozwijających się sektorów badań i zastosowań najnowszych technologii. Niezwykły postęp i rozwój genetyki i inżynierii genetycznej ma wpływ nie tylko na rozwój biologii i medycyny, ale przyczynia się też do powstania nowych dziedzin, takich jak bioinformatyka czy projektowanie molekularne, oraz powoduje, że dobrze ugruntowane dziedziny, takie jak np. biofizyka molekularna, przeżywają swój renesans. Wymienione wyżej dziedziny, a także wiele innych, niezwykle ważnych, takich jak: radiodiagnostyka, radioterapia, neurorehabilitacja, interfejsy mózg-komputer, *neurofeedback*, powstająca w Polsce energetyka jądrowa, wymagają specjalistów wykształconych interdyscyplinarnie w zakresie **zastosowań fizyki w biologii i medycynie**. W większości tych dziedzin w dniu dzisiejszym lukę tę zapełniają fizycy, którzy braki w wykształceniu interdyscyplinarnym (chemia, biologia, medycyna) uzupełniają w trakcie pracy lub studiów doktoranckich. Są to często absolwenci istniejących specjalności Biofizyka i Fizyka Biomedyczna, którzy ze względu na konieczność realizacji minimum programowego na kierunku Fizyka, nie mają możliwości opanowania wszystkich potrzebnych elementów wykształcenia interdyscyplinarnego.

Dopasowanie studiów do realiów współczesnej gospodarki i wymogów rynku pracy wymagało stworzenia nowego kierunku, którego standardy obejmują opisany powyżej obszar kształcenia. Jak widać z niniejszej propozycji, jest to możliwe tylko kosztem redukcji niektórych treści obowiązujących dla fizyki. Utworzenie makrokierunku realizującego interdyscyplinarne wykształcenie w tym obszarze wymagałoby włączenia ramowych treści określonych w standardach kształcenia nie tylko dla fizyki, ale dla wszystkich kierunków studiów wchodzących w obszar makrokierunku, czyli fizyki, chemii i biologii (Rozporządzenie MNiSW z 12 lipca 2007, par. 5 ust 3/5). Po utworzeniu studiów I stopnia na kierunku „**Zastosowania fizyki w biologii i medycynie**”, naturalnym i zgodnym z procesem bolońskim sposobem zapewnienia możliwości kontynuacji nauki dla absolwentów studiów I stopnia na Wydziale Fizyki UW i absolwentów kierunków interdyscyplinarnych z innych uczelni w Polsce jest utworzenie studiów II stopnia. Jest to szczególnie ważne ze względu na sukces jaki osiągnęły studia I stopnia, gdzie napływ kandydatów znacząco podniósł ogólną liczbę studentów Wydziału Fizyki. Proponowane na studiach II stopnia standardy nauczania obejmują zaawansowany poziom nauczania fizyki, chemii i biologii oraz wybranych przedmiotów z zakresu medycyny, przy zachowaniu harmonijnej integracji wszystkich tych dziedzin w ramach jednolitego programu. W szczególności, absolwenci studiów II stopnia będą mogli podejmować studia doktoranckie, zarówno na Wydziale Fizyki jak i Międzywydziałowych Interdyscyplinarnych Studiach Doktoranckich Matematyczno-Przyrodniczych na Uniwersytecie Warszawskim

W ramach nowego kierunku studiów II stopnia „**Zastosowania fizyki w biologii i medycynie**” proponujemy utrzymanie **czterech** z pięciu specjalności funkcjonujących na studiach I stopnia. Opracowane dla tego kierunku standardy kształcenia obejmujące fizykę, biologię, chemię i matematykę pozwalają na utworzenie w przyszłości innych specjalności kształcących specjalistów w nowopowstających dziedzinach wiedzy z pogranicza nauk matematyczno-przyrodniczych, specjalistów, których wykształcenie będzie dostosowane do wymogów rozwijającej się medycyny i gospodarki.

Uzasadnienie utworzenia specjalności **Neuroinformatyka**.

Gwałtowny rozwój Neuroinformatyki na świecie odbywa się zarówno w zakresie badań podstawowych, jak i konkretnych zastosowań. Zainteresowanie Polski tą dziedziną potwierdza przystąpienie w sierpniu 2007 do *International Neuroinformatics Coordination Facility* (INCF, <http://www.incf.org>). 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. Według raportu WHO z 1996 r. w XXI wieku choroby układu nerwowego znajdują się na pierwszym miejscu wśród schorzeń, w związku z tym wzrośnie zapotrzebowanie na specjalistów posiadających wykształcenie neuroinformatyczne.

Absolwenci po ukończeniu studiów magisterskich będą posiadali wykształcenie w dziedzinie informatyki i statystyki potrzebne w klinikach i laboratoriach W szczególności będą kształceni 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 (por. <http://bci.durka.info>). Znajomość technik pomiarowych, programowania i technik statystycznych analizy danych zapewni im szeroki dostęp do rynku pracy. Już po studiach licencjackich będą oni cennymi pracownikami potrafiącymi mierzyć i analizować sygnały stosowane w praktyce klinicznej, wykonywać opracowania statystyczne danych medycznych, zestawiać systemy do zyskującego na popularności neurofeedbacku. Absolwenci ze stopniem magistra oprócz opanowania technik informatycznych i statystycznych będą posiadać wykształcenie dotyczące zaawansowanych technik przetwarzania danych medycznych i biologicznych oraz modelowania. Modelowanie odgrywa coraz większą rolę nie tylko w dziedzinie badań podstawowych (np. modelowanie realistycznych lub sztucznych sieci nerwowych) ale również w praktyce np. przy wprowadzaniu nowych leków, lub też do celów szeroko pojmowanej klasyfikacji i sterowania (sztuczne sieci neuronowe).

Dlaczego WF UW może prowadzić samodzielnie studia w zakresie **Neuroinformatyki**.

Neuroinformatyka jest dziedziną nowo powstającą, na świecie prowadzi się pod tym hasłem dopiero studia doktoranckie (w Polsce jeszcze nie). Znacząca część doktorantów na takich studiach to absolwenci fizyki. Podobnie, bardzo wiele osób zajmujących się naukowo dziedzinami zaliczanymi do neuroinformatyki posiada wykształcenie wyższe w zakresie Fizyki. W tym kontekście można stwierdzić, że Wydział Fizyki UW kształci neuroinformatyków od

co najmniej kilkunastu lat. Osiągnięcia naukowe Zakładu Fizyki Biomedycznej IFD UW w zakresie analizy i modelowania czynności elektrycznej mózgu, jak również interfejsów mózg-komputer, plasują nas w czołówce światowej neuroinformatycznych ośrodków naukowych.

Jednocześnie jesteśmy świadomi konieczności dopasowania tego wykształcenia do standardów światowych i realiów rynku pracy. Zajmujący się z ramienia WF przygotowaniem programu tej Specjalności biorą czynny udział w pracach powołanej do koordynacji poczynań w zakresie neuroinformatyki międzynarodowej organizacji International Neuroinformatics Coordination Facility (<http://incf.org>), ze szczególnym uwzględnieniem czynnego udziału w zespołach ds. rekomendacji w zakresie edukacji. Gwarantuje to dopasowanie programu do światowych standardów i trendów.

Uzasadnienie utworzenia specjalności **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 o najnowsze wyniki badań naukowych w zakresie fizyki jądrowej, wprowadzana do praktyki klinicznej w Europie (Heidelberg i Pavia), będzie również stosowana w Polsce. 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. Wymaga to reorientacji zakresu kształcenia i stworzenie nowego programu kształcenia popartego zapleczem laboratoryjnym do prowadzenia zajęć praktycznych przygotowujących wysoko kwalifikowane kadry dla współczesnej medycyny, aby zwiększyć jakość usług zdrowotnych i konkurencyjność naszej służby zdrowia.

Po roku 2020 będzie wprowadzana w Polsce energetyka jądrowa, a dla potrzeb energetyki będą potrzebni fizycy, którzy powinni zapoznać się z najnowszymi technologiami ochrony radiologicznej stosowanymi w elektrowniach jądrowych. Zwiększenie liczby wysoko kwalifikowanych specjalistów w dziedzinie ochrony radiologicznej umożliwi wprowadzenie energetyki jądrowej zwiększając konkurencyjność naszej gospodarki. Promieniotwórczość i ochrona radiologiczna to zagadnienia coraz szerzej wykorzystywane w ochronie zdrowia przy diagnostyce medycznej i terapii nowotworów oraz w przemyśle (defektoskopia, sterylizacja produktów żywnościowych i laboratoryjnego sprzętu medycznego). Wprowadzenie proponowanych przez nas studiów magisterskich przygotowuje specjalistów ochrony radiologicznej i dozymetrii dla Zakładów Medycyny Nuklearnej i Zakładów Radioterapii, a także dla przemysłu stosującego techniki radiacyjne. Dalsze kształcenie na poziomie magisterskim przygotowuje wykwalifikowane kadry wyższego szczebla w zakresie technik diagnostycznych oraz planowania i realizacji procedur radioterapeutycznych i przygotowuje absolwentów do starania się o stopień specjalizacyjny „Fizyk medyczny”

Dlaczego WF UW może prowadzić samodzielnie studia w zakresie **Fizyki medycznej**.

Specjalizacja Fizyka Medyczna powstała w 1974 roku na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. Wykształciliśmy ponad 200 magistrów w tej specjalności. Trzydzieści cztery lata praktyki stwarzają mocną podstawę do prowadzenia tej Specjalizacji w ramach nowego kierunku. Zespół Zakładu Fizyki Biomedycznej (3 samodzielnych pracowników naukowych i trzech adiunktów) będzie wspomagany w pracy dydaktycznej siłami zakładów Fizyki Jądra Atomowego (jeden samodzielny pracownik naukowy i dwóch adiunktów zaangażowanych w dydaktykę obejmującą zagadnienia, które będą realizowane na Specjalności), a w dziedzinie zajęć laboratoryjnych również Środowiskowego Laboratorium Ciężkich Jonów. Utworzenie specjalności „Fizyka Medyczna” w ramach kierunku „Zastosowania fizyki w biologii i medycynie” pozwoli na dopasowanie studiów do wymogów rynku pracy.

Uzasadnienie utworzenia specjalności **Biofizyka molekularna**

Biofizyka to uznana dziedzina nauk przyrodniczych o wielkich tradycjach, która zajmuje się badaniem obiektów biologicznych, od pojedynczych molekuł, poprzez coraz bardziej złożone funkcjonalne kompleksy i struktury subkomórkowe o wymiarach nano, aż do struktur makroskopowych żywej materii z zastosowaniem metodologii i metod fizyki. W ostatnich latach biofizyka, a w szczególności biofizyka molekularna, przeżywa swój renesans w związku z rozwojem szeregu metod fizycznych, takich jak: wielowymiarowy jądrowy rezonans magnetyczny (NMR), mikroskopia sił atomowych (AFM) i kriomikroskopia elektronowa pojedynczych cząsteczek, spektroskopia pojedynczych cząsteczek, spektrometria masowa czy ultrawirowanie analityczne, teoretyczne metody modelowania molekularnego, a także rozwojem inżynierii genetycznej, która pozwala na produkowanie natywnych i modyfikowanych makromolekuł, białek i kwasów nukleinowych. Badania w zakresie biofizyki stwarzają unikalną możliwość konstruowania modeli obiektów biologicznych i wyjaśniania mechanizmów procesów zachodzących w układach ożywionych na dowolnym poziomie, począwszy od pojedynczych makromolekuł, a nawet wiązań molekularnych aż do całych organizmów i ekosystemów. **Biofizyka molekularna** bada przede wszystkim strukturę i dynamikę makromolekuł i ich kompleksów poszukując ilościowej informacji o procesach z ich udziałem. Warsztat biofizyka musi więc obejmować nie tylko podstawy fizyki, matematyki, informatyki - służące do budowy modeli, chemii i genetyki - do produkcji zaprojektowanych molekuł i makromolekuł, ale także biologiczne aspekty funkcjonowania badanych obiektów molekularnych. Informacje, które uzyskają absolwenci są niezwykle przydatne w medycynie przy poznawaniu molekularnych podstaw chorób i racjonalnym projektowaniu skutecznych leków, oraz w biotechnologii przy konstrukcji narzędzi takich jak mikromacierze i biosensory, molekuły o zmienionych w zamierzony sposób właściwościach.

Biofizyka molekularna wymaga wiedzy z zakresu fizyki, matematyki, informatyki, biologii oraz chemii i w związku z tym kształcenie biofizyków na świecie prowadzi się praktycznie dopiero na studiach doktoranckich.

Zdecydowanie większe możliwości otwiera kształcenie we wszystkich wymienionych dziedzinach już od pierwszego roku studiów. Nowa specjalność **Biofizyka molekularna** umożliwi studentom harmonijne, interdyscyplinarne kształcenie we wszystkich wymienionych dziedzinach nauk przyrodniczych na poziomie ponadlicencjackim, według specjalne w tym celu opracowanego programu studiów.

Dlaczego WF UW może prowadzić samodzielnie studia w zakresie **Biofizyki molekularnej**.

Badania w zakresie biofizyki mają ustaloną tradycję na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. Prowadzone są one w Zakładzie Biofizyki utworzonym w roku 1965 przez prof. Davida Shugara (najpierw jako Katedra Biofizyki). Zakład Biofizyki UW jest najstarszym tego typu zakładem działającym na wydziale fizyki w Polsce. Prace badawcze oraz zajęcia dydaktyczne z zakresu biofizyki i biofizyki molekularnej prowadzone są od początku istnienia Zakładu i rozwijane były najpierw w grupie prof. Davida Shugara, a potem w zespołach prowadzonych przez Jego wychowanków, np. w zespole prof. Ryszarda Stolarskiego, prof. Edwarda Darzynkiewicza, prof. Jana Antosiewicza, prof. Borysa Kierdaszuka i dr hab. Agnieszki Bzowskiej. Od szeregu lat Zakład Biofizyki kształci studentów specjalności „Biofizyka” w ramach kierunku „Fizyka”. Specjalność tę ukończyli - obecnie światowej sławy - naukowcy działający m. in. w Stanach Zjednoczonych: prof. Aleksander Włodawer, prof. Krzysztof Kuczera, prof. Piotr E. Marszałek, prof. Adam Godzik i prof. Andrzej Pohorille.

Uzasadnienie utworzenia specjalności **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 metody wirtualnej rzeczywistości. Powstały takie nowe dziedziny jak genomika i proteomika, których celem jest pełna charakterystyka sekwencjonowanych genomów oraz 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. Jeśli Polska nauka ma dotrzymać kroku nauce światowej, kształcenie specjalistów w powyższych dziedzinach jest niezbędne.

Dlaczego WF UW może prowadzić samodzielnie studia w zakresie **Projektowania molekularnego i bioinformatyki**.

Badania w dziedzinach molekularnego modelowania układów biomolekularnych, w tym projektowania takich układów jak specyficzne inhibitory enzymów (potencjalne leki) oraz rozwijanie i stosowanie metod informatyki w badaniach układów i procesów biomolekularnych (bioinformatyki) mają bardzo długą i ustaloną tradycję na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. Prowadzone są one w Zakładzie Biofizyki, który jest najstarszym tego typu zakładem zorganizowanym na wydziale fizyki w Polsce. 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 od wielu lat w zespołach prof. Bogdana Lesynga oraz dr hab. Macieja Gellera i posiadają ustaloną międzynarodową pozycję. Wiele strategii badawczych i edukacyjnych realizowanych w szeregu ośrodkach naukowych w Polsce wzorowanych było lub wywodziło się z w/w zespołów. Dzięki uzyskaniu kilku dużych grantów infrastrukturalnych w ramach prac Centrum Doskonałości „BioExploratorium” kierowanym przez prof. Bogdana Lesynga, stworzone zostało unikalne, zaawansowane pod względem technologicznym Laboratorium Projektowania Molekularnego, wyposażone m.in. w system wirtualnej rzeczywistości 3D do molekularnego modelowania, powstała również Pracownia Mikromacierzy do analizy mechanizmów ekspresji genów, które wykorzystywane będą w procesie dydaktycznym zaplanowanym w niniejszym wniosku.

Załącznik A

A1. Wymagania stawiane kandydatom

Zdolności [A co to właściwie znaczy?] w kierunkach przyrodniczych, zainteresowanie wybraną specjalnością i spełnienie wymogów punktu A.2.

A2. Zasady rekrutacji:

Biofizyka molekularna, Projektowanie molekularne i bioinformatyka

a) Kandydaci z dyplomem uzyskanym w Polsce

O przyjęcie na studia drugiego stopnia mogą ubiegać się osoby posiadające tytuł licencjata, magistra, inżyniera lub równoważny.

Kandydat jest kwalifikowany na podstawie wyników osiągniętych w czasie dotychczasowych studiów lub na podstawie egzaminu pisemnego z fizyki z elementami chemii i biologii. Kandydat może wybrać tylko jeden sposób kwalifikacji.

Kwalifikacja na podstawie wyników osiągniętych w czasie dotychczasowych studiów

W przypadku postępowania kwalifikacyjnego na podstawie wyników osiągniętych w czasie dotychczasowych studiów każda ocena S uzyskana przez kandydata na studiach zostanie przeliczona na punkty zgodnie ze wzorem

$$100(S - S_{min}) / (S_{max} - S_{min}),$$

gdzie S_{max} jest najwyższą możliwą do zdobycia oceną, a S_{min} jest najniższą możliwą do zdobycia oceną.

Punkty rekrutacyjne każdego kandydata będą obliczane jako suma *ocen* (po przeliczeniu) z przedmiotów uzyskanych na studiach, przy czym każda ocena będzie mnożona przez *liczbę godzin* danego przedmiotu oraz przez *współczynnik* zależny od rodzaju przedmiotu.

Współczynnik zależny od rodzaju przedmiotu wynosi odpowiednio:

- dla wykładów, ćwiczeń rachunkowych i laboratoriów z zakresu fizyki i astronomii: 1,5
- dla wykładów i ćwiczeń rachunkowych z matematyki: 1,5
- dla przedmiotów z zakresu programowania, metod numerycznych i modelowania: 1,5
- dla wykładów, ćwiczeń rachunkowych i laboratoriów z zakresu chemii i biologii: 1,0
- dla pozostałych: 0,0

W przypadku postępowania kwalifikacyjnego na podstawie wyników osiągniętych w czasie dotychczasowych studiów warunkiem przyjęcia na studia jest uzyskanie końcowej liczby punktów rekrutacyjnych nie mniejszej niż 120 000 oraz zapewniającej miejsce na liście rankingowej mieszczące się w ramach obowiązującego limitu.

Kandydat jest zobowiązany dostarczyć:

1. potwierdzony przez jednostkę, w której kandydat studiował, **wypis** ocen ze studiów z informacją o wymiarze godzinowym zajęć,
2. **oświadczenie** podpisane przez kandydata, zawierające:
 - wypis ocen ze studiów z informacją o wymiarze godzinowym zajęć, przy czym należy uwzględnić tylko przedmioty mające *współczynnik* większy od zera,
 - wynik samodzielnie przeprowadzonych obliczeń punktów rekrutacyjnych wg powyższych reguł.

Przykładowy wypis i obliczenie punktów rekrutacyjnych:

Przedmiot	Liczba godzin	Ocena (skala 2 - 5)	Punkty rekrutacyjne
Fizyka z matematyką cz. I	195	4	19500 Obliczenie: $100 \cdot (4,0 - 2) / 3 \cdot 195 \cdot 1,5$
Pracownia biologii molekularnej	90	5	9000 Obliczenie: $100 \cdot (5,0 - 2) / 3 \cdot 90 \cdot 1,0$
Modelowanie molekularne i obliczeniowa biologia strukturalna	90	4,5	11250

			Obliczenie: $100 \cdot (4,5 - 2) / 3 \cdot 90 \cdot 1,5$
		Suma =	39750

Kwalifikacja na podstawie egzaminu pisemnego z fizyki z elementami chemii i biologii.

W przypadku postępowania kwalifikacyjnego na podstawie egzaminu pisemnego z fizyki, warunkiem przyjęcia na studia jest uzyskanie końcowej liczby punktów rekrutacyjnych nie mniejszej niż 50 oraz zapewniającej miejsce na liście rankingowej mieszczące się w ramach obowiązującego limitu.

Maksymalna możliwa do zdobycia liczba punktów rekrutacyjnych wynosi 100.

Egzamin obejmuje zakres materiału z fizyki z elementami chemii i biologii na poziomie studiów pierwszego stopnia kierunku **Zastosowania fizyki w biologii i medycynie**.

b) Kandydaci z dyplomem zagranicznym (w tym cudzoziemcy)

Postępowanie kwalifikacyjne jest takie samo jak dla kandydatów z dyplomem polskim.

Fizyka medyczna, Neuroinformatyka

a) Kandydaci z dyplomem uzyskanym w Polsce

O przyjęcie na studia drugiego stopnia mogą ubiegać się osoby posiadające tytuł licencjata, magistra, inżyniera lub równoważny. Kandydat jest kwalifikowany na podstawie wyników osiągniętych w czasie dotychczasowych studiów lub na podstawie egzaminu pisemnego. Kandydat może wybrać tylko jeden sposób kwalifikacji.

Kwalifikacja na podstawie wyników osiągniętych w czasie dotychczasowych studiów.

W przypadku postępowania kwalifikacyjnego na podstawie wyników osiągniętych w czasie dotychczasowych studiów każda ocena S uzyskana przez kandydata na studiach zostanie przeliczona na punkty zgodnie ze wzorem

$$100 \cdot (S - S_{\min}) / (S_{\max} - S_{\min}),$$

gdzie S_{\max} jest najwyższą możliwą do zdobycia oceną, a S_{\min} jest najniższą możliwą do zdobycia oceną.

Punkty rekrutacyjne każdego kandydata będą obliczane jako suma *ocen* (po przeliczeniu) z przedmiotów uzyskanych na studiach, przy czym każda ocena będzie mnożona przez *liczbę godzin* danego przedmiotu oraz przez *współczynnik* zależny od rodzaju przedmiotu.

Współczynnik zależny od rodzaju przedmiotu wynosi odpowiednio:

- dla wykładów, ćwiczeń rachunkowych i laboratoriów z zakresu fizyki: 1,0
- dla wykładów, ćwiczeń rachunkowych i laboratoriów z zakresu astronomii: 0,5
- dla wykładów i ćwiczeń rachunkowych z matematyki: 1,0
- dla przedmiotów z zakresu programowania i metod numerycznych: 1,0
- dla wykładów, ćwiczeń rachunkowych i laboratoriów z zakresu chemii i biologii: 1,0
- dla kandydatów na specjalność „Fizyka medyczna” — dla wykładów, ćwiczeń rachunkowych i laboratoriów z zakresu radiologii, radiochemii, radiobiologii, ochrony radiologicznej, technik diagnostyki i obrazowania medycznego: 1,5
- dla kandydatów na specjalność „Neuroinformatyka” — dla wykładów, ćwiczeń rachunkowych i laboratoriów z zakresu neuroinformatyki i analizy sygnałów: 1,5
- dla pozostałych: 0,0

W przypadku postępowania kwalifikacyjnego na podstawie wyników osiągniętych w czasie dotychczasowych studiów warunkiem przyjęcia na studia jest uzyskanie końcowej liczby punktów rekrutacyjnych nie mniejszej niż 120 000 oraz zapewniającej miejsce na liście rankingowej mieszczące się w ramach obowiązującego limitu.

Kandydat jest zobowiązany dostarczyć:

1. potwierdzony przez jednostkę, w której kandydat studiował, **wypis** ocen ze studiów z informacją o wymiarze godzinowym zajęć,
2. **oświadczenie** podpisane przez kandydata, zawierające:

- wypis ocen ze studiów z informacją o wymiarze godzinowym zajęć, przy czym należy uwzględnić tylko przedmioty mające *współczynnik* większy od zera,
- wynik samodzielnie przeprowadzonych obliczeń punktów rekrutacyjnych wg powyższych reguł.

Przykładowy wypis i obliczenie punktów rekrutacyjnych:

Przedmiot	Liczba godzin	Ocena (skala 2-5)	Punkty rekrutacyjne
Fizyka I	90	4,0	6000 obliczenia: $100 \cdot (4,0 - 2) / 3 \cdot 90 \cdot 1,0$
Matematyka I	180	4,5	15000 obliczenia: $100 \cdot (4,5 - 2) / 3 \cdot 180 \cdot 1,0$
Ochrona radiologiczna I	30	4,0	3000 obliczenia: $100 \cdot (4,0 - 2) / 3 \cdot 30 \cdot 1,5$
Suma			24000

Kwalifikacja na podstawie egzaminu pisemnego

W przypadku postępowania kwalifikacyjnego na podstawie egzaminu pisemnego, warunkiem przyjęcia na studia jest uzyskanie końcowej liczby punktów rekrutacyjnych nie mniejszej niż 40 oraz zapewniającej miejsce na liście rankingowej mieszczące się w ramach obowiązującego limitu. Maksymalna możliwa do zdobycia liczba punktów rekrutacyjnych wynosi 100.

Egzamin obejmuje zakres materiału z przedmiotów programu studiów I stopnia na kierunku „Zastosowania fizyki w biologii i medycynie” odpowiednio dla wybranej specjalności — „Fizyki medycznej” lub „Neuroinformatyki”. [Z tego co pamiętam to miało być inaczej sformułowane. A jeżeli na innej uczelni będzie taki sam kierunek i specjalność, to wtedy trzeba będzie układając egzamin brać pod uwagę również ich zakres materiału! Moim zdaniem trzeba ten zapis koniecznie zmienić.]

b) Kandydaci z dyplomem zagranicznym (w tym cudzoziemcy)

Postępowanie kwalifikacyjne jest takie samo jak dla kandydatów z dyplomem polskim.

A3. Zasady odpłatności – należy podać kwotę czesnego – na semestr albo rok studiów

Nie dotyczy.

A4. Przewidywana liczba studentów/limit przyjęć.

b) Specjalność **Fizyka medyczna**, studia drugiego stopnia, stacjonarne, limit miejsc: miejsc w trybie klasyfikacji uwzględniającej wyniki uzyskane podczas studiów: 15, w trybie kwalifikacji uwzględniającej wyniki egzaminu pisemnego: 5. Kandydaci z dyplomem zagranicznym oraz uzyskanym w Polsce przyjmowani są w ramach tego samego limitu miejsc. Specjalność zostanie uruchomiona, jeśli zgłosi się co najmniej 6 kandydatów.

c) Specjalność **Neuroinformatyka**, studia drugiego stopnia, stacjonarne, limit miejsc: miejsc w trybie klasyfikacji uwzględniającej wyniki uzyskane podczas studiów: 15, w trybie kwalifikacji uwzględniającej wyniki egzaminu pisemnego: 5. Kandydaci z dyplomem zagranicznym oraz uzyskanym w Polsce przyjmowani są w ramach tego samego limitu miejsc. Specjalność zostanie uruchomiona, jeśli zgłosi się co najmniej 6 kandydatów.

d) Specjalność **Biofizyka molekularna**, studia drugiego stopnia, stacjonarne, limit miejsc w trybie klasyfikacji uwzględniającej wyniki uzyskane podczas studiów: **12**, w trybie kwalifikacji uwzględniającej wyniki egzaminu pisemnego: **2**, oraz dla kandydatów z dyplomem zagranicznym: 1. Specjalność zostanie uruchomiona, jeśli zgłosi się co najmniej **6** kandydatów.

e) Specjalność **Projektowanie molekularne i bioinformatyka**, studia drugiego stopnia, stacjonarne, limit miejsc w trybie klasyfikacji uwzględniającej wyniki uzyskane podczas studiów: **12** oraz w trybie kwalifikacji uwzględniającej wyniki egzaminu pisemnego: **2**, oraz dla kandydatów z dyplomem zagranicznym: 1.

Specjalność zostanie uruchomiona, jeśli zgłosi się co najmniej **6** kandydatów.

Załącznik B

B0. Standardy kształcenia dla nowego kierunku studiów

STUDIA DRUGIEGO STOPNIA

I. WYMAGANIA OGÓLNE

Studia drugiego stopnia trwają nie krócej niż 4 semestry. Liczba godzin zajęć nie powinna być mniejsza niż **1 000** godzin dla każdej ze specjalności. Liczba punktów ECTS (European Credit Transfer System) nie powinna być mniejsza niż **120**.

II. KWALIFIKACJE ABSOLWENTA

Absolwent studiów II stopnia kierunku *Zastosowania fizyki w biologii i medycynie* uzyska zaawansowaną wiedzę w zakresie fizyki, matematyki, biologii, chemii i technologii informatycznych, oraz umiejętność stosowania metod i narzędzi nauk matematyczno-przyrodniczych w problemach biofizycznych i/lub biomedycznych, ze szczególnym uwzględnieniem pracy w zespołach interdyscyplinarnych oraz komunikacji z biologami i lekarzami. Będzie potrafił gromadzić, przetwarzać oraz przekazywać informacje naukowe. Absolwent będzie umiał posługiwać się językiem specjalistycznym z zakresu nauk matematyczno-przyrodniczych. Absolwent będzie przygotowany do pracy w instytucjach zajmujących się badaniami biofizycznymi i/lub biomedycznymi, a więc w placówkach badawczych, badawczo-rozwojowych, kontrolnych i diagnostycznych, firmach biotechnologicznych lub farmaceutycznych oraz w przemyśle, administracji, placówkach ochrony przyrody, instytucjach medycznych. Absolwent będzie przygotowany do obsługi aparatury badawczej, stosowania zaawansowanych metod komputerowych, samodzielnego rozwijania umiejętności oraz podjęcia studiów trzeciego stopnia w zakresie biofizyki, bioinformatyki, neuroinformatyki oraz fizyki medycznej.

Absolwenci specjalności *Biofizyka molekularna* będą przygotowani do operowania wiedzą z zakresu biologii, fizyki i chemii oraz będą posiadać umiejętności stosowania zaawansowanych, doświadczalnych metod fizycznych, chemicznych i biologicznych w laboratoriach badawczych, analitycznych i diagnostycznych oraz rozwiązywania interdyscyplinarnych problemów dotyczących funkcjonowania biomolekuł o potencjalnych zastosowaniach biotechnologicznych i medycznych. Będą przygotowani do rozumienia prac z zakresu bioinformatyki i współpracy z biofizykami teoretykami.

Absolwenci specjalności *Projektowanie molekularne i bioinformatyka* będą przygotowani do operowania wiedzą z zakresu biologii molekularnej, fizyki, chemii i informatyki stosowanej. Otrzymają gruntowne wykształcenie pozwalające na projektowanie (modelowanie) złożonych układów molekularnych (biomolekularnych), w tym również nanoukładów oraz badanie złożonych procesów biologicznych związanych z tematyką molekularnej medycyny. Będą przygotowani również do prowadzenia wspomaganých komputerowo prac o charakterze interdyscyplinarnym, jak również dobrego rozumienia prac eksperymentalnych i umiejętności komunikowania się z eksperymentatorami.

Absolwenci specjalności *Fizyka medyczna* będą posiadać obszerną wiedzę i praktykę z zakresu dozymetrii i technik obrazowania medycznego opartych na promieniowaniu, ponadto będą przygotowani do planowania radioterapii w ośrodkach klinicznych.

Absolwenci specjalności *Neuroinformatyka* będą posiadać wiedzę i umiejętności praktyczne niezbędne do wykonywania projektów naukowych w dziedzinie badań układu nerwowego, wykonywania i projektowania badań opartych o pomiar sygnałów bioelektrycznych (EEG, EKG), do opracowania wyników z użyciem nowoczesnych technik analizy sygnałów i statystyki oraz do modelowania układu nerwowego.

III. RAMOWE TREŚCI KSZTAŁCENIA

III.1 GRUPY TREŚCI KSZTAŁCENIA, MINIMALNA LICZBA GODZIN

ZAJĘĆ ZORGANIZOWANYCH ORAZ MINIMALNA LICZBA PUNKTÓW ECTS

	godziny	ECTS
A. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH	150	15
B. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH	120	12
Razem	270	27

III.2 SKŁADNIKI TREŚCI KSZTAŁCENIA W GRUPACH, MINIMALNA LICZBA GODZIN ZAJĘĆ ZORGANIZOWANYCH ORAZ MINIMALNA LICZBA PUNKTÓW ECTS

	godziny	ECTS
A. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH	150	15
Treści kształcenia w zakresie:		
Laboratorium fizyczne procesów i modeli biologicznych	90	
Biofizyki	30	
Neurobiologii	30	
B. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH	120	12
Treści kształcenia w zakresie:		
Fizyki	90	
Fizyki medycznej	30	

III.3 WYSZCZEGÓLNIENIE TREŚCI I EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

A. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH

1. Kształcenie w zakresie laboratorium fizycznego procesów i modeli biologicznych

Treści kształcenia: Zestawy pomiarowe i komputerowe. Wykonywanie eksperymentów lub symulacji komputerowych. Zaawansowane metody analizy danych.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Student umie zaplanować eksperymenty z uwzględnieniem różnych metod pomiarowych i komputerowych. Potrafi obsługiwać aparaturę badawczą, potrafi przeprowadzać precyzyjnie pomiary lub symulacje komputerowe i wykonać analizę danych oraz interpretować i prezentować wyniki eksperymentów lub symulacji .

3. Kształcenie w zakresie biofizyki

Treści kształcenia: Teoretyczne podstawy biofizyki molekularnej. Przegląd podstawowych molekularnych składników komórek organizmów żywych. Doświadczalne metody biofizyki molekularnej. [Czy te treści kształcenia nie są sformułowane zbyt ogólnie? Np. Nie odpowiadają treściom kształcenia przedmiotu „Projektowanie leków”, który jest zaliczany do kształcenia z zakresu biofizyki dla specjalności Projektowanie...]

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje

Student rozumie obszar badawczy współczesnej biofizyki oraz stosowaną w nim metodologię opartą na fizyce, chemii, biologii i informatyce. Nabywa umiejętności stawiania pytań badawczych z zakresu biofizyki, doboru właściwych narzędzi doświadczalnych i teoretycznych do ich rozwiązywania; rozumie podstawy zastosowania biofizyki w medycynie.

3. Kształcenie w zakresie neurobiologii

Treści kształcenia: Poziomy organizacji układu nerwowego, budowa mózgu. Neurony – struktura i działanie. Generacja i propagacja impulsów elektrycznych. Budowa i funkcjonowanie układu nerwowego: rzeczywiste obwody neuronalne w narządach zmysłów i motoryce.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Student zna i rozumie strukturę układu nerwowego na różnych poziomach organizacji oraz podstawowe zasady funkcjonowania układu nerwowego.

B. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH

1. Kształcenie w zakresie fizyki

Treści kształcenia: Promieniowanie elektromagnetyczne: źródła, dyfrakcja, elementy optyczne i detektory promieniowania. Mikroskopia. Optyczne i spektroskopowe metody badania materii. Struktura materii skondensowanej. Podstawy termodynamiki i mechaniki kwantowej.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Student zna możliwości różnorodnych narzędzi badawczych, tak eksperymentalnych, jak i teoretycznych, w badaniu procesów fizycznych

2. Kształcenie w zakresie fizyki medycznej

Treści kształcenia: Działanie fizycznych czynników środowiska (promieniowanie elektromagnetyczne i jonizujące) na komórki i organizmy. Podstawy diagnostyki medycznej.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje. Student poznaje podstawy zastosowań fizyki w medycynie. Zna wpływ promieniowania na organizmy żywe.

IV. PRAKTYKI

Zasady i formę odbywania praktyk ustala jednostka uczelni prowadząca kształcenie.

V. INNE WYMAGANIA

1. Przynajmniej **40%** zajęć powinny stanowić ćwiczenia audytoryjne, laboratoryjne, rachunkowe lub komputerowe oraz seminaria.
2. Za przygotowanie pracy magisterskiej i przygotowanie egzaminu dyplomowego student otrzymuje nie mniej niż 20 punktów ECTS.

ZALECENIA

Wskazana jest znajomość języka angielskiego.

B1. Oczekiwane cele kształcenia

Uzyskanie umiejętności poprawnego stosowania metod matematyczno-przyrodniczych w rozwiązywaniu problemów biologicznych i biomedycznych, również z wykorzystaniem technologii informatycznych. Przygotowanie do kształcenia na studiach trzeciego stopnia na tym samym lub pokrewnych kierunkach. Efektywna współpraca w zespołach interdyscyplinarnych i/lub wykonywanie zawodów według uprawnień właściwych dla specjalności.

B2. Kwalifikacje absolwenta

Absolwent kierunku *Zastosowania fizyki w biologii i medycynie* będzie posiadać wiedzę w zakresie podstaw fizyki, matematyki, biologii, chemii i technologii informatycznych oraz umiejętność stosowania metod i narzędzi nauk matematyczno-przyrodniczych w problemach biofizycznych i/lub biomedycznych, ze szczególnym uwzględnieniem pracy w zespołach interdyscyplinarnych oraz komunikacji z biologami i lekarzami. Będzie potrafił gromadzić, przetwarzać oraz przekazywać informacje. Absolwent będzie umiał posługiwać się angielskim językiem specjalistycznym z zakresu nauk matematyczno-przyrodniczych. Absolwent uzyska przygotowanie do pracy w instytucjach zajmujących się badaniami biofizycznymi i/lub biomedycznymi, a więc w placówkach badawczych, badawczo-rozwojowych, kontrolnych i diagnostycznych oraz w przemyśle, administracji, placówkach ochrony przyrody, instytucjach medycznych, a także w szkolnictwie po uzupełnieniu przedmiotów o profilu pedagogicznym (zgodnie ze standardami kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela). Absolwent będzie przygotowany do obsługi aparatury badawczej, samodzielnego rozwijania umiejętności oraz podjęcia studiów III stopnia.

Absolwenci specjalności *Biofizyka molekularna* będą posiadać praktyczne umiejętności stosowania metod fizycznych, chemicznych i biologicznych w laboratoriach badawczych do rozwiązywania zaawansowanych problemów dotyczących funkcjonowania biomolekuł oraz projektowania molekularnego o potencjalnych zastosowaniach biotechnologicznych i medycznych. Uzyskają umiejętności pozwalające na podjęcie pracy w laboratoriach analitycznych i diagnostycznych. Będą przygotowani do wykorzystywania interdyscyplinarnej wiedzy z zakresu doświadczalnych metod biologii molekularnej, fizyki, chemii oraz bioinformatyki w zastosowaniach wykraczających poza biofizykę molekularną, w tym, w praktycznych zagadnieniach projektowania leków.

Absolwenci specjalności *Projektowanie molekularne i bioinformatyka* uzyskają wykształcenie w zakresie rozwijania i stosowania różnorodnych, wspomaganých komputerowo, metod modelowania układów biomolekularnych, metod bioinformatyki, jak również metod projektowania molekularnego wykraczających poza układy biologiczne, np. do projektowania molekularnych nanoukładów lub nowych materiałów. Będą przygotowani do wykorzystywania interdyscyplinarnej wiedzy z zakresu teoretycznych metod: biologii molekularnej, fizyki, chemii oraz informatyki w praktycznych zagadnieniach nano- i biomedycyny oraz nano- i biotechnologii, w projektowaniu leków, jak również w analizie onkogennych szlaków sygnałowych. Studia przygotowują także do dobrego rozumienia prac eksperymentalnych i umiejętności współpracy z eksperymentatorami oraz rozumienia i wykorzystania metod wirtualnej rzeczywistości w molekularnej medycynie i nanomedycynie.

Absolwenci specjalności *Neuroinformatyka* będą posiadać wiedzę i umiejętności praktyczne niezbędne do wykonywania projektów naukowych w dziedzinie badań układu nerwowego, wykonywania i projektowania badań opartych o pomiar sygnałów bioelektrycznych (EEG, EKG), do opracowania wyników z użyciem nowoczesnych

technik analizy sygnałów i statystyki oraz do modelowania układu nerwowego.

Absolwenci specjalności **Fizyka medyczna** będą posiadać obszerną wiedzę i praktykę z zakresu dozymetrii i technik obrazowania medycznego opartych na promieniowaniu, ponadto będą przygotowani do planowania radioterapii w ośrodkach klinicznych.

B3. Ramowy program studiów zgodny z proponowanymi standardami kształcenia dla nowego kierunku i poziomu kształcenia, z uwzględnieniem punktacji ECTS

Specjalność **Biofizyka molekularna**

A. Przedmioty podstawowe

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	liczba punktów ECTS
Pracownia fizyczna II stopnia A i B ¹⁾	90	10
Pracownia biofizyki doświadczalnej	105	7
Biofizyka doświadczalna ²⁾	60	6
Wybrane zagadnienia matematyki	90	10
Neurobiologia	30	3
Łącznie:	375	36

B. Przedmioty kierunkowe

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	liczba punktów ECTS
Współczesne metody doświadczalne fizyki materii skondensowanej i optyki ¹⁾	60	6
Termodynamika fenomenologiczna ¹⁾	60	5
Molekularna mechanika kwantowa ²⁾	60	6
Proseminarium studenckie ²⁾	30	3
Podstawy medycyny molekularnej ³⁾	60	6
Bioinformatyka i modelowanie ²⁾	60	6
Seminarium biofizyki oraz projektowania molekularnego i bioinformatyki	30	3
Mechanizmy reakcji chemicznych	60	6
Genomika i inżynieria genetyczna	60	6
Pracownia inżynierii genetycznej	75	7
Pracownia specjalistyczna II w tym praca magisterska	240	21
Łącznie:	795	75

C. Przedmioty dodatkowe

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	liczba punktów ECTS
Przedmiot do wyboru z listy wydziałów matematyczno-przyrodniczych	30	3
Przedmioty ogólnouniwersyteckie	60	6
Łącznie:	90	9

Razem **120 ECTS**, **1260** godzin

¹⁾ przedmiot wspólny ze studiami II stopnia kierunku fizyka

²⁾ przedmiot wspólny ze specjalnością „Biofizyka”, studia II stopnia na Wydziale Fizyki

³⁾ przedmiot wspólny z makrokierunkiem „Bioinformatyka i biologia systemów”

Specjalność **Projektowanie molekularne i bioinformatyka**

A. Przedmioty podstawowe

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	liczba punktów ECTS
Pracownia projektowania molekularnego i bioinformatyki	120	10
Projektowanie leków ²⁾	60	5
Algorytmika i programowanie – kurs wyrównawczy	60	6
Neurobiologia	30	3
Łącznie:	270	24

B. Przedmioty kierunkowe

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	liczba punktów ECTS
Metody matematyczne i obliczeniowe fizyki	90	8
Fizyka statystyczna	60	6
Stochastyczny opis fizycznych zjawisk (Stochastic description of physical phenomena)	60	6
Molekularna mechanika kwantowa ¹⁾	60	6
Metody biologii strukturalnej ²⁾	60	5
Metody wirtualnej rzeczywistości w modelowaniu układów biomolekularnych ²⁾	60	6
Metody modelowania matematycznego i komputerowego w naukach przyrodniczych	60	6
Podstawy medycyny molekularnej ²⁾	60	6
Technologie w skali genomowej II ²⁾	90	7
Proseminarium studenckie ¹⁾	30	3
Modelowanie złożonych systemów biologicznych ²⁾	90	7
Seminarium biofizyki oraz projektowania molekularnego i bioinformatyki	30	3
Pracownia specjalistyczna II w tym praca magisterska	240	21
Łącznie:	990	90

C. Przedmioty dodatkowe

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	liczba punktów ECTS
Przedmioty ogólnouniwersyteckie	60	6
Łącznie:	60	6

Razem **120** ECTS, **1320** godzin

¹⁾ przedmiot wspólny ze specjalnością „Biofizyka molekularna”

²⁾ przedmiot wspólny z makrokierunkiem „Bioinformatyka i biologia systemów”

Specjalność Neuroinformatyka

A. Przedmioty podstawowe

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	liczba punktów ECTS
Wstęp do biofizyki ¹⁾	60	5
Modelowanie matematyczne procesów w biologii i medycynie	60	5
Modelowanie komputerowe układu nerwowego	60	6
Statystyka II	90	8
	270	24

B. Przedmioty kierunkowe

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	liczba punktów ECTS
Współczesne metody doświadczalne fizyki materii skondensowanej i optyki ¹⁾	60	6
Wybrane aspekty fizyki współczesnej ¹⁾	90	9
Termodynamika fenomenologiczna ¹⁾	60	5
Programowanie zaawansowane	60	5
Elektrodynamika dla neuroinformatyków	60	6
Proseminarium magisterskie	30	4
Praca magisterska	240	20
Seminarium fizyki biomedycznej	120	11
	720	66

C. Przedmioty dodatkowe

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	liczba punktów ECTS
Przedmioty do wyboru z listy wydziałów matematyczno-przyrodniczych	150	16
Przedmioty ogólnouniwersyteckie	120	14
	270	30

Razem **120** ECTS, **1260** godzin

¹⁾ przedmiot wspólny ze studiami II stopnia kierunku fizyka

Specjalność **Fizyka medyczna**

A. Przedmioty podstawowe

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	liczba punktów ECTS
Pracownia fizyczna stopnia II A, B ¹⁾	90	10
Pracownia sygnałów bioelektrycznych	60	6
Statystyka II	90	8
Wstęp do biofizyki ¹⁾	60	5
Neurobiologia	30	3
	330	32

B. Przedmioty kierunkowe

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	liczba punktów ECTS
Fizyczne podstawy radioterapii	60	5
Współczesne metody doświadczalne fizyki materii skondensowanej i optyki ¹⁾	60	6
Wybrane aspekty fizyki współczesnej ¹⁾	90	9
Termodynamika fenomenologiczna ¹⁾	60	5
Modelowanie matematyczne procesów w biologii i medycynie	60	5
Staż z diagnostyki radiacyjnej	90	7
Planowanie radioterapii	60	6
Seminarium fizyki biomedycznej	120	10
Proseminarium magisterskie	15	2
Pracownia specjalistyczna i praca magisterska	240	20
	855	75

C. Przedmioty dodatkowe

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	liczba punktów ECTS
Przedmioty ogólnouniwersyteckie (do wyboru)	60	6
Przedmioty do wyboru z listy wydziałów matematyczno-przyrodniczych lub dozymetria ²⁾	60	7
	120	13

Razem **120** ECTS, **1305** godzin.

¹⁾ przedmiot wspólny ze studiami II stopnia kierunku fizyka

²⁾ dozymetria jest przedmiotem uzupełniającym, zalecanym dla studentów, którzy nie zaliczyli takiego przedmiotu w dotychczasowym toku studiów

B4.1 Szczegółowy plan studiów zgodny z proponowanymi standardami kształcenia dla nowego kierunku i poziomu kształcenia, z uwzględnieniem punktacji ECTS:

Specjalność **Biofizyka molekularna**

I semestr

Nazwa przedmiotu	wykład	ćwiczenia	konwersatorium	punkty ECTS	forma zaliczenia
Pracownia fizyczna II stopnia A ¹⁾		45		5	zaliczenie na ocenę
Współczesne metody doświadczalne fizyki materii skondensowanej i optyki ¹⁾	30	30		6	egzamin
Wybrane zagadnienia matematyki	45	45		10	egzamin
Genomika i inżynieria genetyczna	60			6	egzamin
Przedmiot do wyboru z listy wydziałów matematyczno-przyrodniczych	30			3	egzamin lub zaliczenie na ocenę

Łączna liczba godzin: 285

Łączna liczba punktów ECTS: 30

II semestr

Nazwa przedmiotu	wykład	ćwiczenia	konwersatorium	punkty ECTS	forma zaliczenia
Molekularna mechanika kwantowa ²⁾	30	30		6	egzamin
Termodynamika fenomenologiczna ¹⁾	30	30		5	egzamin
Podstawy medycyny molekularnej ³⁾	30	30		6	egzamin
Pracownia inżynierii genetycznej		75		7	zaliczenie na ocenę
Mechanizmy reakcji chemicznych	30	30		6	egzamin

Łączna liczba godzin: 315

Łączna liczba punktów ECTS: 30

III semestr [Jaki sens ma w tym semestrze Pracownia fizyczna II stopnia B skoro jest już Pracownia biofizyki doświadczalnej w wymiarze 105 h? Dodatkowa komplikacja polega na tym, że dla fizyków Pracownia fizyczna II stopnia B jest w semestrze letnim, a nie zimowym.]

Nazwa przedmiotu	wykład	ćwiczenia	konwersatorium	punkty ECTS	forma zaliczenia
Biofizyka doświadczalna ²⁾	60			6	egzamin
Proseminarium studenckie ²⁾			30	3	ocena
Bioinformatyka i modelowanie ²⁾	30	30		6	egzamin
Pracownia biofizyki doświadczalnej		105		7	ocena
Pracownia fizyczna II stopnia B ¹⁾		45		5	zaliczenie na ocenę
Przedmiot ogólnouniwersytecki	30			3	egzamin lub zaliczenie na ocenę

Łączna liczba godzin: 330

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
Przedmiot ogólnouniwersytecki	30			3	egzamin lub zaliczenie na ocenę
Neurobiologia	30			3	egzamin
Pracownia specjalistyczna II w tym praca magisterska		240		21	zaliczenie

Łączna liczba godzin: 330

Łączna liczba punktów ECTS: 30

Łącznie przez 4 semestry **1260** godzin i **120** ECTS.

¹⁾ przedmiot wspólny ze studiami II stopnia kierunku fizyka

²⁾ przedmiot wspólny ze specjalnością „Biofizyka”, studia II stopnia na Wydziale Fizyki

³⁾ przedmiot wspólny z makrokierunkiem „Bioinformatyka i biologia systemów”

Specjalność: Projektowanie molekularne i bioinformatyka

I semestr

Nazwa przedmiotu	wykład	ćwiczenia	konwersatorium	punkty ECTS	forma zaliczenia
Algorytmika i programowanie – kurs wyrównawczy	30	30		6	zaliczenie na ocenę
Metody matematyczne i obliczeniowe fizyki	60	30		8	egzamin
Fizyka statystyczna	30	30		6	egzamin
Projektowanie leków ³⁾	30	30		5	egzamin
Metody biologii strukturalnej ³⁾	30	30		5	egzamin

Łączna liczba godzin: 330

Łączna liczba punktów ECTS: 30

II semestr

Nazwa przedmiotu	wykład	ćwiczenia	konwersatorium	punkty ECTS	forma zaliczenia
Molekularna mechanika kwantowa ²⁾	30	30		6	egzamin
Metody wirtualnej rzeczywistości w modelowaniu układów biomolekularnych ³⁾	30	30		6	egzamin
Metody modelowania matematycznego i komputerowego w naukach przyrodniczych	60			6	egzamin
Podstawy medycyny molekularnej ³⁾	30	30		6	egzamin
Stochastyczny opis fizycznych zjawisk (Stochastic description of physical phenomena)	30	30		6	egzamin

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 ³⁾	30	60		7	egzamin
Proseminarium studenckie ¹⁾			30	3	zaliczenie na ocenę
Modelowanie złożonych systemów biologicznych ³⁾	30	60		7	egzamin
Przedmioty ogólnouniwersyteckie	30			3	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 ²⁾			30	3	zaliczenie na ocenę
Przedmioty ogólnouniwersyteckie	30			3	egzamin lub zaliczenie na ocenę
Neurobiologia	30			3	egzamin
Pracownia specjalistyczna II w tym praca magisterska		240		21	zaliczenie

Łączna liczba godzin: 300

Łączna liczba punktów ECTS: 30

Łącznie przez 4 semestry **1320** godzin i **120** ECTS

¹⁾ przedmiot wspólny ze studiami II stopnia na kierunku „Fizyka”

²⁾ przedmiot wspólny ze specjalnością „Biofizyka molekularna”

³⁾ przedmiot wspólny z makrokierunkiem „Bioinformatyka i biologia systemów”

Specjalność Neuroinformatyka

I semestr

Nazwa przedmiotu	Wykład	Ćwiczenia	Konwersatorium	Punkty ECTS	Forma zaliczenia
Współczesne metody doświadczalne fizyki materii skondensowanej i optyki	30	30		6	egzamin
Wybrane aspekty fizyki współczesnej	45	45		9	egzamin
Elektrodynamika dla neuroinformatyków	30	30		6	egzamin
Przedmioty do wyboru z listy wydziałów matematyczno-przyrodniczych	30			2	egzamin
Przedmiot ogólnouniwersytecki	30			4	zaliczenie na ocenę
Seminarium fizyki biomedycznej			30	3	zaliczenie na ocenę

Łączna liczba godzin: 300

Łączna liczba punktów ECTS: 30

II semestr

Nazwa przedmiotu	Wykład	Ćwiczenia	Konwersatorium	Punkty ECTS	Forma zaliczenia
Termodynamika fenomenologiczna	30	30		5	egzamin
Wstęp do biofizyki	30	30		5	egzamin
Programowanie zaawansowane	30	30		5	egzamin
Przedmioty do wyboru z listy wydziałów matematyczno-przyrodniczych	30			4	egzamin
Przedmioty do wyboru z listy wydziałów matematyczno-przyrodniczych	30			4	egzamin
Przedmiot ogólnouniwersytecki	30			4	zaliczenie na ocenę
Seminarium fizyki biomedycznej			30	3	zaliczenie na ocenę

Łączna liczba godzin: 300

Łączna liczba punktów ECTS: 30

III semestr

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
Statystyka II	30	60		8	egzamin
Przedmioty do wyboru z listy wydziałów matematyczno-przyrodniczych	30			3	egzamin
Przedmiot ogólnouniwersytecki	30			3	zaliczenie na ocenę
Proseminarium magisterskie			15	2	zaliczenie na ocenę
Seminarium fizyki biomedycznej			30	3	zaliczenie na ocenę

Łączna liczba godzin: 315

Łączna liczba punktów ECTS: 30

IV semestr

Nazwa przedmiotu	Wykład	Ćwiczenia	Konwersatorium	Punkty ECTS	Forma zaliczenia
Przedmioty do wyboru z listy wydziałów matematyczno-przyrodniczych	30			3	egzamin
Przedmiot ogólnouniwersytecki	30			3	zaliczenie na ocenę
Proseminarium magisterskie			15	2	zaliczenie na ocenę
Seminarium fizyki biomedycznej			30	2	zaliczenie na ocenę
Pracownia specjalistyczna II w tym praca magisterska		240		20	zaliczenie

Łączna liczba godzin: 345

Łączna liczba punktów ECTS: 30

Łącznie przez 4 semestry: 1260 godzin i 120 ECTS.

Specjalność **Fizyka medyczna**

I semestr

Nazwa przedmiotu	Wykład	Ćwiczenia	Konwersatorium	Punkty ECTS	Forma zaliczenia
Pracownia fizyczna stopnia II A		45		5	zaliczenie na ocenę
Współczesne metody doświadczalne fizyki materii skondensowanej i optyki	30	30		6	egzamin
Wybrane aspekty fizyki współczesnej	45	45		9	egzamin
Przedmioty do wyboru z listy wydziałów matematyczno-przyrodniczych lub dozymetria ¹	30	30		7	egzamin
Seminarium fizyki biomedycznej			30	3	zaliczenie na ocenę

Łączna liczba godzin: 285

Łączna liczba punktów ECTS: 30

II semestr

Nazwa przedmiotu	Wykład	Ćwiczenia	Konwersatorium	Punkty ECTS	Forma zaliczenia
Pracownia fizyczna stopnia II B		45		5	zaliczenie na ocenę
Fizyczne podstawy radioterapii	30	30		5	egzamin
Neurobiologia	30			3	egzamin
Wstęp do biofizyki	30	30		5	egzamin
Termodynamika fenomenologiczna	30	30		5	egzamin
Modelowanie matematyczne procesów w biologii i medycynie	30	30		5	egzamin
Seminarium fizyki biomedycznej			30	2	zaliczenie na ocenę

Łączna liczba godzin: 345

Łączna liczba punktów ECTS: 30

III semestr

Nazwa przedmiotu	Wykład	Ćwiczenia	Konwersatorium	Punkty ECTS	Forma zaliczenia
Statystyka II	30	60		8	egzamin
Pracownia sygnałów bioelektrycznych		60		6	zaliczenie na ocenę
Planowanie radioterapii	30	30		6	egzamin
Staż z diagnostyki radiacyjnej		90		7	ocena
Seminarium fizyki biomedycznej			30	3	ocena

Łączna liczba godzin: 330

Łączna liczba punktów ECTS: 30

IV semestr

Nazwa przedmiotu	Wykład	Ćwiczenia	Konwersatorium	Punkty ECTS	Forma zaliczenia
Proseminarium magisterskie			15	2	ocena
Seminarium fizyki biomedycznej			30	2	ocena
Przedmioty ogólnouniwersyteckie	60			6	egzamin lub zaliczenie na ocenę
Pracownia specjalistyczna II w tym praca magisterska		240		20	zaliczenie

Łączna liczba godzin: 345

Łączna liczba punktów ECTS: 30

Łącznie przez 4 semestry: 1305 godzin i 120 ECTS.

¹ Dozymetria (Ochrona radiologiczna 2) jest przedmiotem uzupełniającym, zalecanym dla studentów, którzy nie zaliczyli takiego przedmiotu w toku wcześniejszych studiów.

B4.2. Porównanie standardów kształcenia z programem kierunku studiów Zastosowanie fizyki w biologii i medycynie

Studia II stopnia, kierunek Zastosowanie fizyki w biologii i medycynie, specjalność: Biofizyka molekularna

Ramowe treści kształcenia

GRUPA TREŚCI	Standard		SPECJALNOŚĆ	
	godziny	ECTS	godziny	ECTS
A. Podstawowych	150	15	285	26
B. Kierunkowych	120	12	240	23
RAZEM	270	27	525	49

Standard			SPECJALNOŚĆ		
A. Grupa treści podstawowych. Treści kształcenia w zakresie:	Godziny 150	ECTS 15	A. Treści zawarte w przedmiocie	Godziny 285	ECTS 26
Laboratorium fizyczne procesów i modeli biologicznych	90	9	Pracownia fizyczna II stopnia A i B	90	10
			Pracownia biofizyczna	105	7
2. Biofizyki	30	3	Biofizyka doświadczalna	60	6
			Pracownia biofizyczna	105	7
3. Neurobiologii	30	3	Neurobiologia	30	3
B. Grupa treści kierunkowych. Treści kształcenia w zakresie:	120	12	B. Treści zawarte w przedmiocie.	240	23
1. Fizyki	90	9	Współczesne metody doświadczalne fizyki materii skondensowanej i optyki	60	6
			Termodynamika fenomenologiczna	60	5
2. Fizyki medycznej	30	3	Podstawy medycyny molekularnej	60	6
			Genomika i inżynieria genetyczna	60	6

Studia II stopnia, kierunek Zastosowanie fizyki w biologii i medycynie, specjalność: Projektowanie molekularne i bioinformatyka

Ramowe treści kształcenia

GRUPA TREŚCI	Standard		SPECJALNOŚĆ	
	godziny	ECTS	godziny	ECTS

A. Podstawowych	150	15	210	18
B. Kierunkowych	120	12	270	26
RAZEM	270	27	480	44

Standard			SPECJALNOŚĆ		
A. Grupa treści podstawowych. Treści kształcenia w zakresie:	Godziny 150	ECTS 15	A. Treści zawarte w przedmiocie	Godziny 210	ECTS 18
Laboratorium fizyczne procesów i modeli biologicznych	90	9	Pracownia projektowania molekularnego i bioinformatyki	120	10
2. Biofizyki	30	3	Pracownia projektowania molekularnego i bioinformatyki Projektowanie leków [sylabus tego przedmiotu nie spełnia sylabusa treści kształcenia w zakresie biofizyki – sugerowałabym uszczegółowienie treści kształcenia w zakresie biofizyki]	120 60	10 5
3. Neurobiologii	30	3	Neurobiologia	30	3
B. Grupa treści kierunkowych. Treści kształcenia w zakresie:	120	12	B. Treści zawarte w przedmiocie.	270	26
1. Fizyki [Brak tych treści: Promieniowanie elektromagnetyczne: źródła, dyfrakcja, elementy optyczne i detektory promieniowania. Mikroskopia. Optyczne i spektroskopowe metody badania materii. Struktura materii skondensowanej.]	90	9	Metody matematyczne i obliczeniowe fizyki [ten przedmiot nie zawiera treści kształcenia z zakresu fizyki!] Fizyka statystyczna.	90 60	8 6
2. Fizyki medycznej [Działanie fizycznych czynników środowiska (promieniowanie elektromagnetyczne i jonizujące) na komórki i organizmy.]	30	3	Podstawy medycyny molekularnej Metody modelowania matematycznego i komputerowego w naukach przyrodniczych [trochę naciągane - brak tu organizmów żywych]	60 60	6 6

Studia II stopnia, kierunek Zastosowanie fizyki w biologii i medycynie, specjalność: Neuroinformatyka

Ramowe treści kształcenia

GRUPA TREŚCI	Standard		SPECJALNOŚĆ	
	godziny	ECTS	godziny	ECTS
A. Podstawowych	150	15	330	30
B. Kierunkowych	120	12	330	31
RAZEM	270	27	660	61

Standard			SPECJALNOŚĆ		
A. Grupa treści podstawowych. Treści kształcenia w zakresie:	Godziny 150	ECTS 15	A. Treści zawarte w przedmiocie	Godziny 330	ECTS 30
Laboratorium fizyczne procesów i modeli biologicznych	90	9	Modelowanie matematyczne procesów w biologii i medycynie	60	5
			Modelowanie komputerowe układu nerwowego	60	6
			Statystyka II-[sylabus przedmiotu nie pasuje do treści kształcenia w zakresie Laboratorium]	90	8
2. Biofizyki	30	3	Wstęp do biofizyki ¹⁾	60	5
3. Neurobiologii	30	3	Modelowanie komputerowe układu nerwowego	60	6
B. Grupa treści kierunkowych. Treści kształcenia w zakresie:	120	12	B. Treści zawarte w przedmiocie.	330	31
1. Fizyki	90	9	Współczesne metody doświadczalne fizyki materii skondensowanej i optyki	60	6
			Wybrane aspekty fizyki współczesnej	90	9
			Termodynamika fenomenologiczna	60	5
2. Fizyki medycznej	30	3	Modelowanie matematyczne procesów w biologii i	60	5

			medycynie		
			Modelowanie komputerowe układu nerwowego [nie pasuje tutaj!]	60	6

Studia II stopnia, kierunek Zastosowanie fizyki w biologii i medycynie, specjalność: Fizyka medyczna

Ramowe treści kształcenia

GRUPA TREŚCI	Standard		SPECJALNOŚĆ	
	godziny	ECTS	godziny	ECTS
A. Podstawowych	150	15	390	37
B. Kierunkowych	120	12	420	38
RAZEM	270	27	810	75

Standard			SPECJALNOŚĆ		
A. Grupa treści podstawowych. Treści kształcenia w zakresie:	Godziny	ECTS	A. Treści zawarte w przedmiocie	Godziny	ECTS
	150	15		390	37
1. Laboratorium fizyczne procesów i modeli biologicznych	90	9	Pracownia fizyczna II stopnia A i B	90	10
			Pracownia sygnałów bioelektrycznych	60	6
			Statystyka II	90	8
			Modelowanie matematyczne procesów w biologii i medycynie	60	5
2. Biofizyki	30	3	Wstęp do biofizyki	60	5
3. Neurobiologii	30	3	Neurobiologia	30	3
B. Grupa treści kierunkowych. Treści kształcenia w zakresie:	120	12	B. Treści zawarte w przedmiocie.	420	38
1. Fizyki	90	9	Współczesne metody doświadczalne fizyki materii skondensowanej i optyki	60	6
			Wybrane aspekty fizyki współczesnej	90	9
			Termodynamika fenomenologiczna	60	5
2. Fizyki medycznej	30	3	Fizyczne podstawy	60	5

			radioterapii		
			Planowanie radioterapii	60	6
			Staż z diagnostyki radiacyjnej	90	7

B5. Programy nauczania przedmiotów objętych planem studiów (sylabusy):

PRZEDMIOTY PODSTAWOWE

Specjalność **Biofizyka molekularna**

Pracownia fizyczna II stopnia A i B (wspólna ze studiami II stopnia kierunku fizyka; wybrane ćwiczenia)

Treści kształcenia: Konstrukcje aparaturowe i zestawy pomiarowe z zakresu fizyki klasycznej i współczesnej. Komputerowe metody wspomagania eksperymentu. Zaawansowane metody analizy danych

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Planowania złożonych eksperymentów fizycznych z uwzględnieniem różnych metod pomiarowych; obsługi złożonych układów pomiarowych z wykorzystaniem narzędzi elektronicznych i informatycznych; precyzyjnego przeprowadzania pomiarów i analizy danych; prezentacji oraz interpretacji wyników pomiarów.

Pracownia biofizyki doświadczalnej

Treści kształcenia: Eksperymentalne i komputerowe zestawy w badaniach złożonych procesów molekularnych z udziałem cząsteczek biologicznych. Wykonywanie eksperymentów z połączeniem różnych doświadczalnych metod biofizyki molekularnej. Rozwiązywaniu problemów związanych z ustalaniem fizycznych mechanizmów procesów biomolekularnych; badane zagadnienia obejmą m. in. strukturę i dynamikę podstawowych molekularnych składników komórek organizmów żywych oraz ich wzajemnych oddziaływań i oddziaływań z rozpuszczalnikiem. Zaawansowane metody analizy danych eksperymentów biofizycznych.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Umiejętność praktycznego stosowania metod i korzystania z aparatury badawczej współczesnej biofizyki; planowania złożonych eksperymentów biofizycznych, precyzyjnego przeprowadzania pomiarów i stosowania zaawansowanego oprogramowania do analizy danych; przygotowanie do wykonywania samodzielnych eksperymentów, obliczeń i symulacji komputerowych w ramach pracy magisterskiej.

Biofizyka doświadczalna (wspólny ze specjalnością „Biofizyka”, studia II stopnia na Wydziale Fizyki)

Treści kształcenia: Biofizyka molekularna w relacji struktura - funkcja genomu i proteomu. Kwantowy i klasyczny obraz biomolekuł i złożonych układach molekularnych: konformacja, powierzchnia molekularna; oddziaływania elektrostatyczne i hydrofobowe wewnątrz- i międzycząsteczkowe, rola rozpuszczalnika, równowaga termodynamiczna, entropia. Dyfuzyjne modele dynamiki ruchów molekularnych. Specyficzne wiązanie biomolekuł w funkcjonalne kompleksy (modele „induced fit”, „fly-casting”). Zaawansowane zastosowania technik badania struktur i dynamiki polimerów biologicznych: wielowymiarowy magnetyczny rezonans jądrowy (NMR), rentgenografia, fluorescencja czasowo-rozdzielcza i korelacyjna, ultrawirowanie, elektroforeza, spektrometria masowa, techniki mikroskopowe (AFM i EM), manipulacje pojedynczymi cząsteczkami, komputerowe symulacje dynamiki molekularnej z więzami doświadczalnymi (rMD). Sekwencjonowanie kwasów nukleinowych i białek. Tautomeria zasad azotowych a mutageneza. Podstawowe motywy struktur przestrzennych kwasów nukleinowych DNA i RNA, ich tworzenie/rozpad i przekształcenia. Struktury przestrzenne białek globularnych, błonowych i włóknistych od drugo- do czwartorzędowej. Mechanizmy zwijania białek i RNA *in vitro* i *in vivo*. Błony biologiczne i fizyczne podstawy transportu przez błony. Specyficzne oddziaływania z udziałem białek i kwasów nukleinowych, termodynamiczne podstawy kinetyki enzymatycznej i kooperatywność. Biofizyka w biotechnologii, projektowaniu leków oraz innych zagadnieniach medycyny.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje Rozumienie w ścisły sposób zaawansowanej problematyki współczesnej biofizyki molekularnej oraz stosowanej w tej dziedzinie metodologii badawczej opartej na fizyce i fizykochemii; umiejętności stawiania zagadnień z zakresu biofizyki i doboru właściwych narzędzi doświadczalnych do ich rozwiązywania.

Wybrane zagadnienia matematyki

Treści kształcenia: Przypomnienie i uzupełnienie wiadomości z analizy matematycznej funkcji jednej i wielu zmiennych rzeczywistych, funkcji zmiennej zespolonej i algebry liniowej.

Analiza funkcji wielu zmiennych: 1. Przypomnienie wiadomości z analizy funkcji jednej zmiennej: różniczkowalność, pochodna, badanie przebiegu zmienności funkcji w tym granice, ekstrema, asymptoty; 2. Funkcje wielu zmiennych rzeczywistych i odwzorowanie z R^n do R^m , ciągłość, 3. Różniczkowanie funkcji wielu zmiennych, pochodne cząstkowe pochodna jako odwzorowanie liniowe, 4. Wyższe pochodne, szereg Taylora dla funkcji wielu zmiennych, ekstrema 5. Układy współrzędnych, twierdzenie o lokalnej odwracalności, zamiana zmiennych w wyrażeniach różniczkowych 6. Funkcje zadane w sposób uwikłany, pochodne, ekstrema, 7. Całka Riemanna na R^n .

Algebra liniowa: 1. Sprawdzenie i ewentualnie przypomnienie wiadomości dotyczących przestrzeni wektorowych, odwzorowań liniowych, macierzy...; 2. Sprawdzenie i ewentualnie przypomnienie wiadomości dotyczących struktury endomorfizmu liniowego: wartości i wektory własne, diagonalizacja, funkcje od operatorów liniowych; 3. Pojęcie iloczynu tensorowego, przykłady tensorów używanych w różnych teoriach fizycznych, tensory symetryczne i antysymetryczne, iloczyn zewnętrzny.

Elementy analizy na powierzchniach: 1. Pojęcie powierzchni, 2. Wektory styczne, kowektory, pola wektorowe i formy; 3. Całkowanie form różniczkowych;

Analiza zespolona: 1. Przypomnienie wiadomości o liczbach zespolonych; 2. Funkcje jednej zmiennej zespolonej o

wartościach zespolonych: przykłady; 3. Różniczkowanie w sensie zespolonym, pojęcie funkcji holomorficznej; 4. Całkowanie funkcji zespolonych po krzywych w C , wzory Cauchy'ego; 5. Rozwinięcie w szereg Taylora, funkcje wieloznaczne; 6. Funkcje holomorficzne w pierścieniu, punkty osobliwe, residuum, 7. Całkowanie metodą residuów, 8. Transformata Fouriera; 9. Transformata Laplace'a

Równania różniczkowe: 1. Równania różniczkowe zwyczajne, twierdzenie o istnieniu i jednoznaczności rozwiązań, 2. Elementarne metody rozwiązywania równań pierwszego rzędu, przykłady 3. Równania i układy równań liniowych, 3. Podstawowe przykłady równań różniczkowych cząstkowych

Elementy teorii grup: 1. Definicja i podstawowe przykłady grup, grupa permutacji 2. Podstawowe używane w fizyce grupy macierzowe, 3. Skończone podgrupy grupy $SO(3)$, bryły platońskie, 4. Działanie grupy na zbiorze, symetrie.

Metody – W ramach wykładu studenci będą zapoznawani z pojęciami, przykładami ich użycia do opisu zjawisk fizycznych. Koncentrować się będziemy na zrozumieniu struktur i analizie przykładów. W ramach ćwiczeń rachunkowych studenci rozwiązywać będą klasyczne zadania związane z poznawaną dziedziną matematyki a także zadania ilustrujące jej zastosowanie w problemach fizycznych.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Poznanie matematyki jako języka opisu otaczającej nas rzeczywistości i zdobycie umiejętności praktycznego wykorzystywania tego języka w analizie zjawisk i procesów biofizycznych, biologicznych i medycznych. Uzupełnienie znajomości matematyki w zakresie niezbędnym do studiowania zaawansowanej biofizyki molekularnej.

Neurobiologia

Treści kształcenia: Poziomy organizacji układu nerwowego, budowa mózgu. Neurony i komórki gładkie – struktura, działanie i funkcje. Błona neuronalna, mechanizmy transportu przez błonę. Generacja i propagacja impulsów elektrycznych. Komunikacja międzyneuronalna – przekazywanie informacji, elektryczne, chemiczne. Fizjologia zmysłów: zmysły chemiczne, czuciowe, propriocepcja, słuch, wzrok. Fizjologia mięśni i funkcje motoryczne. Autonomiczny układ nerwowy.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Zapoznanie studentów z budową mózgu na różnych poziomach organizacji oraz z podstawowymi zasadami funkcjonowania układu nerwowego.

Specjalność Projektowanie molekularne i bioinformatyka

Pracownia projektowania molekularnego i bioinformatyki.

Treści kształcenia: Wykonanie na pracowni komputerowej ćwiczeń o złożonym charakterze, z wykorzystaniem zestawów (systemów) komputerowych oraz wielkoskalowych modeli i informatyki stosowanej, jak również zaawansowanych matematycznych metod analizy danych. Tematyka pracowni dotyczyć będzie rozwiązywania praktycznych problemów w wybranych obszarach projektowania molekularnego, szeroko pojętej bioinformatyki i podstaw biofizyki teoretycznej. Tematyka obejmuje: strukturalną bioinformatykę, genomikę i proteomikę (m.in. poznanie podstawowych molekularnych składników komórek, kwasów nukleinowych i białek), neuroinformatykę, jak również symulacje komputerowe szlaków sygnałowych i metabolicznych oraz analizę szeregów czasowych (sygnałów). Proponowane obszary tematyczne ćwiczeń podyktowane będą zainteresowaniami i indywidualnymi kwalifikacjami studentów i uwzględniają także doświadczalne metody biofizyki. Na ćwiczeniach wykorzystane zostaną wybrane środowiska modelowania i bioinformatyki takie jak: Accelrys, Amber, CausalMD, CHARMM, FQS, MOE, NAMD/VMD, Partek, SAS, Schrodinger, Tripos, UNRES, RedMD i inne, jak również pisanie własnych aplikacji oraz programów do *pre- i postprocessing'u*.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Nauczenie rozwiązywania praktycznych problemów w obszarach projektowania molekularnego i szeroko pojętej bioinformatyki, obejmującej też biologię systemów.

Projektowanie leków (wspólny z makrokierunkiem Bioinformatyka i biologia systemów)

Treści kształcenia: Metody obrazowania powierzchni receptorów. Najważniejsze typy oddziaływań niekowalencyjnych, na poziomie mikroskopowym i mezoskopowym, Model klucz-zamek vs. dopasowanie ligand-receptor - efekty entropowe. Wpływ rozpuszczalnika, efekt desolwatacji. Zarys rozwoju nowych metodologii, m.in. pełnego wzajemnego dopasowania się receptora i inhibitora. Makromolekuły jako cel działania leku. Sposoby przygotowania receptora pochodzącego z różnych źródeł (Xray, NMR, HomMod). Analiza centrum aktywnego oraz metody przewidywania centrum aktywnego.

Przegląd baz małych cząsteczek, metody przeszukiwania baz (2D, 3D, problem konformacyjny). Porównywanie cząsteczek – metody wyliczania podobieństwa, deskryptory molekularne, współczynnik podobieństwa i współczynnik odległości (Tanimoto, etc), budowa farmakoforów. Metody projektowania bibliotek (różnorodność – *diversity set*), wybór „lekopodobnych cząsteczek”, reguła Lipińskiego, chemia kombinatoryczna. Wykorzystanie baz cząstek chemicznych do dokowania (przegląd algorytmów i oprogramowania) . Projektowanie *de-novo*, automatyczne metody tworzenia cząsteczek: inside-out i outside-in, definiowanie miejsc lokalizacji grup chemicznych, wady i zalety podejścia. Projektowanie na podstawie znanych związków bądź cech (farmakoforu), projektowanie analogów. Wyliczanie energii wiązania z pól siłowych, metody wyznaczania różnic energii swobodnej, m.in. komputerowej alchemii. Przegląd funkcji oceniających dopasowanie, zalety i wady. Wyliczanie energii desolwatacji. QSAR: zależność aktywności od struktury, metodologia, przegląd równań, walidacja, chiralność i aktywność biologiczna, ADME.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Umiejętność analizy właściwości zarówno małych cząsteczek jak i

receptora. Zapoznanie studenta z typowymi problemami projektowania leków. Wykształcenie umiejętności wyboru metody projektowania w zależności od typu problemu i danych jakimi dysponuje.

Algorytmika i programowanie – kurs wyrównawczy

Treści kształcenia: Uzupełnienie wiadomości w następujących obszarach: Arytmetyka stała i zmiennoprzecinkowa, numeryczna poprawność algorytmów, podstawowe zasady analizy algorytmów, podstawowe techniki i struktury, programowanie dynamiczne, sortowanie, selekcja, wyszukiwanie i proste słowniki, złożone struktury danych, algorytmy grafowe, wyszukiwanie wzorca w tekstach, NP-zupełność; Podstawy systemów operacyjnych, szczególnie Linux/Unix; Programowanie obiektowe, m.in. obiektowe modelowanie dziedziny, wprowadzenie do programowania obiektowego, podstawy programowania obiektowego w C++ i/lub Javie, ochrona danych, kapsułkowanie, tworzenie, inicjalizacja i niszczenie obiektów, dziedziczenie i polimorfizm, interfejsy, typy uogólnione i kolekcje, strumienie, serializacja, wzorce projektowe, graficzny interfejs użytkownika; Wybrane zadania algebry liniowej, m.in. układy równań liniowych, liniowe zadania najmniejszych kwadratów, zagadnienie własne, wybrane równania nieliniowe. Szczegółowy wybór tematów zostanie zdefiniowany na samym początku kursu po przeprowadzeniu testu identyfikującego słabe strony w wykształceniu studentów.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Uzupełnienie oraz rozwinięcie wiedzy i praktycznych umiejętności studentów w obszarach algorytmiki i programowania. Nauczenie rozwiązywania problemów z wykorzystaniem programowania obiektowego w C++ i/lub Javie, w środowisku Linux lub innym wybranym środowisku np. BSD Unix.

Neurobiologia – treści i efekty kształcenia jak dla specjalności Neuroinformatyka, Fizyka medyczna oraz Biofizyka molekularna

Specjalność Neuroinformatyka

Wstęp do biofizyki

Treści kształcenia: Zarys historii powstania biofizyki jako odrębnej dyscypliny nauki, jej związki z biologią, chemią i fizyką, zakres tematyczny tej dyscypliny i wynikający stąd podział na węższe dziedziny. Teoretyczne podstawy biofizyki molekularnej (mechanika kwantowa, termodynamika i fizyka statystyczna, elektrodynamika, hydrodynamika). Przegląd podstawowych molekularnych składników komórek organizmów żywych (białka, kwasy nukleinowe, sacharydy, lipidy, jony metali, woda). Doświadczalne metody biofizyki molekularnej (spektroskopia UV-Vis, spektroskopia NMR, spektroskopia CD, spektroskopia IR, mikroskopia elektronowa, mikroskopia fluorescencyjna, metody rentgenografii kryształów, ultrawiwowanie, wiskozymetria, mikrokalorymetria, metody relaksacyjne, nanotechnologie w biofizyce). Metody komputerowe w biofizyce molekularnej (molekularna mechanika kwantowa, dynamika molekularna, dynamika stochastyczna, metody Monte Carlo, elektrostatyka molekularna, hydrodynamika molekularna, grafika molekularna). Wybrane problemy badawcze współczesnej biofizyki molekularnej (oparte na literaturze naukowej z ostatnich 15 lat).

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: zapoznanie studentów ze współczesną biofizyką molekularną, rozumianą jako jedna z dziedzin fizyki.

Modelowanie matematyczne procesów w biologii i medycynie

Treści kształcenia: Omówienie metodologii tworzenia i analizy modeli matematycznych mających zastosowanie w biologii, ekologii (działanie fizycznych czynników środowiska), w badaniach układu nerwowego, medycynie (w tym diagnostyce medycznej). Zapoznanie zarówno z narzędziami analitycznymi jak i numerycznymi. Analiza jakościowa modeli dynamicznych przestrzennie jednorodnych (analiza stanów stacjonarnych, bifurkacje, analiza cykli granicznych, analiza dynamiki modeli przy użyciu obrazów fazowych). Komputerowe modelowanie i symulacje wzrostu i oddziaływania populacji organizmów w formie ciągłej i dyskretnej. Omówienie przykładów chaosu w układach deterministycznych. Elementy kinetyki reakcji chemicznych z udziałem enzymów, łańcuchy reakcji enzymatycznych. Modelowanie neuronów biologicznie realistycznych (model Hodgkina-Huxleya, integrate and fire, leaky integrator). Modele populacji neuronów (model Wilsona i Cowana oraz model Freemana). Elementy analizy jakościowej modeli dynamicznych przestrzennie niejednorodnych (np. model wzrostu tkanki rakowej). W ramach ćwiczeń studenci badają konkretne przykłady modeli analitycznie i numerycznie przy użyciu zestawów komputerowych.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:

Po ukończeniu przedmiotu student: rozpoznaje typy modeli używanych w biologii i medycynie, analizuje jakościowo zachowanie modeli dyskretnych i ciągłych jednej i dwóch zmiennych, ilustruje numerycznie zachowanie modeli dyskretnych jednej i dwóch zmiennych, modeli ciągłych jednorodnych i niejednorodnych przestrzennie, umie przeprowadzić symulację numeryczną modeli neurobiologicznych.

Modelowanie komputerowe układu nerwowego

Treści kształcenia: Elektryczne własności neuronów, prądy jonowe, kanały napięciowozależne, modele punktowe, model Integrate-and-Fire, model Hodgkina-Huxleya, modele synapsy, teoria kablowa, model Ralla, realistyczne modele neuronów, modele małych sieci, analiza pobudliwości i oscylacji, modele dużych sieci.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: umiejętność wykonywania symulacji komputerowych układów neuronalnych z wykorzystaniem ogólnie dostępnego oprogramowania.

Statystyka II

Treści kształcenia: Analiza statystyczna danych wielokanałowych. Metody liniowe: ANOVA, analiza czynnikowa, analiza dyskryminacyjna. Redukcja wymiarów i graficzne przedstawienie danych. Wielowymiarowe szeregi autoregresyjne. Analiza przyczynowości.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Zrozumienie szeroko stosowanych zaawansowanych metod analizy danych i technik statystycznych, ich ograniczeń i umiejętność ich stosowania w praktyce.

Specjalność **Fizyka medyczna**

Pracownia fizyczna II stopnia A i B (wspólna ze studiami II stopnia kierunku fizyka) - *treści i efekty kształcenia jak dla specjalności Biofizyka molekularna*

Pracownia sygnałów bioelektrycznych

Treści kształcenia: Wykonywanie eksperymentów i zapoznanie z podstawowymi technikami i problemami nieinwazyjnej rejestracji sygnałów bioelektrycznych: EKG, EMG i EEG. Amplitudy biopotencjałów dostępnych drogą pomiarów nieinwazyjnych. Bezpieczeństwo pacjenta i podstawowe wymogi poprawnej rejestracji. Przetworniki AC, zapis i wizualizacja biomedycznych szeregów czasowych. Ponieważ studenci zasadniczo nie uczęszczali na wykład ze studiów I stopnia „Sygnały bioelektryczne”, część teorii niezbędnej do tego przedmiotu z zakresu generacji ww. sygnałów będą musieli uzupełnić w ramach pracy własnej.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: podstawowa obsługa standardowej aparatury do rejestracji biopotencjałów.

Statystyka II – *treści i efekty kształcenia jak dla specjalności Neuroinformatyka*

Wstęp do biofizyki – *treści i efekty kształcenia jak dla specjalności Neuroinformatyka*

Neurobiologia – *treści i efekty kształcenia jak dla specjalności Biofizyka molekularna*

PRZEDMIOTY KIERUNKOWE

Specjalność **Biofizyka molekularna**

Współczesne metody doświadczalne fizyki materii skondensowanej i optyki

Treści kształcenia: Struktura materii skondensowanej. Elementy krystalografii. Źródła promieni X; metody dyfrakcyjne i spektroskopowe z wykorzystaniem promieni X. Źródła neutronów; metody dyfrakcyjne i spektroskopowe z wykorzystaniem neutronów. Badania strukturalne materii. Mikroskopia. Źródła światła. Elementy optyczne. Soczewki, modulatory, polaryzatory. Detektory promieniowania elektromagnetycznego. Stany elektronowe w ciele stałym; struktura pasmowa. Metody optyczne badania materii skondensowanej. Zjawisko nadprzewodnictwa i nadciekłości. Silne pola magnetyczne. Badania transportu elektronowego; kwantowy efekt Halla. Własności termiczne kryształów. Elektronowy Rezonans. Własności magnetyczne ciał stałych, magnetyki, temperatura Curie.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: zapoznanie studentów z badaniami współczesnej fizyki materii skondensowanej i optyki, ze szczególnym omówieniem stosowanych metod eksperymentalnych oraz urządzeń badawczych.

Termodynamika fenomenologiczna

Treści kształcenia: prosty układ termodynamiczny, stany równowagi, ścianki. Pierwsza Zasada Termodynamiki; energia wewnętrzna, energia przekazywana na sposób ciepła (ciepło); perpetuum mobile pierwszego rodzaju. Klasyfikacja przemian zachodzących w układach termodynamicznych. Druga Zasada Termodynamiki; postulat istnienia entropii; właściwości entropii. Parametry ekstensywne, intensywne. Ciepło w przemianach kwazistatycznych. Równanie Gibbsa-Duhema. Nierówność Clausiusa. Zerowa zasada Termodynamiki; wzajemna równowaga układów; pojęcie temperatury empirycznej. Transformacja Legendre'a i potencjały termodynamiczne. Zagadnienie pracy maksymalnej i minimalnej. Proces Joule'a-Thomsona, swobodne rozprężanie gazu. Maszyny termodynamiczne. Klasyczne sformułowania Drugiej Zasady Termodynamiki. Stabilność stanów równowagi termodynamicznej. Reakcje chemiczne, równowaga chemiczna. Twierdzenie Gibbsa dla mieszaniny gazów doskonałych. Przemiany fazowe. Trzecia Zasada Termodynamiki

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Student zna zasady termodynamiki, pojęcie entropii i jej własności, umie stosować zasady termodynamiki w praktycznych problemach i posługiwać się formalizmem matematycznym termodynamiki. Ma świadomość fundamentalnego znaczenia zasad termodynamiki w życiu codziennym, naukach technicznych i przyrodniczych

Molekularna mechanika kwantowa (wspólny ze specjalnością „Biofizyka”, studia II stopnia na Wydziale Fizyki)

Treści kształcenia: Metody mechaniki kwantowej w zastosowaniu do badania układów molekularnych i ich wzajemnych oddziaływań. Separacja ruchu jąder i elektronów w przybliżeniu adiabatycznym i Born-Oppenheimera. Elektronowe stacjonarne równanie Schrödingera, elektronowa funkcja falowa, hiperpowierzchnia energii potencjalnej dla ruchu jąder i analiza konformacyjna. Przybliżone rozwiązywania równania Schrödingera: metoda Hartree-Focka-Roothaana i problem korelacji kulombowskiej, metoda wiązań walencyjnych (VB), metoda funkcjonałów gęstości (DFT). Oddziaływania międzycząsteczkowe: metoda supercząsteczki i rachunek zaburzeń; metody optymalizacji geometrii.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Rozumienie w ścisły sposób, na gruncie mechaniki kwantowej, fizycznych podstaw stabilności cząsteczki, przyjmowania przez cząsteczkę określonego kształtu i jej „giętkości” oraz tworzenia kompleksów molekularnych; zapoznanie się z narzędziami i wykorzystaniem formalizmu mechaniki kwantowej do ilościowego opisu stanów i procesów molekularnych.

Proseminarium studenckie (wspólne ze specjalnością „Biofizyka”, studia II stopnia na Wydziale Fizyki)

Treści kształcenia: Zakres tematyczny seminarium obejmuje szeroko rozumiane zagadnienia nauk przyrodniczych. Szczegółową listę aktualnych tematów do wyboru w danym roku akademickim przygotowują pracownicy Zakładu Biofizyki w porozumieniu z prowadzącym seminarium a następnie tematy są udostępniane studentom (m. in. na internetowej stronie Zakładu Biofizyki). Są to interesujące, aktualne zagadnienia z zakresu fizyki, biofizyki, chemii, biochemii, biologii, bioinformatyki i biotechnologii. Podstawowymi materiałami do przygotowania prezentacji przez studentów są publikacje ukazujące się w czasopismach o wymienionych profilach.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Zapoznanie studentów z bieżącymi pracami badawczymi z dziedziny fizyki, chemii, biologii i specjalności interdyscyplinarnych; stworzenie studentom możliwości zdobycia doświadczenia w korzystaniu z bibliograficznych baz danych i ze specjalistycznej literatury naukowej, a także w nabyciu umiejętności przygotowania i przeprowadzenia samodzielnej prezentacji naukowej.

Podstawy medycyny molekularnej (wspólny z makrokierunkiem Bioinformatyka i biologia systemów)

Treści kształcenia: Racjonalne podstawy medycyny molekularnej: genetyczne predyspozycje oraz wpływ czynników środowiskowych na inicjację oraz przebieg chorób, różnice między ludźmi do zapadania na choroby w ustalonym środowisku oraz różnice w efektywności leczenia z użyciem tych samych leków wynikających z różnic genetycznych - „Single Nucleotide Polymorfizm” (SNP). Przypomnienie podstaw biologii podziału komórkowego oraz podstaw procesów apoptozy i nekrozy komórek. Przypomnienie mechanizmów wybranych szlaków sygnałowych i metabolicznych, szczególnie związanych z funkcjonowaniem receptorów komórkowych oraz kinaz i fosfataz białkowych. Podstawy biologii systemu immunologicznego. Wybrany przegląd dobrze udokumentowanych chorób

rodzinnych. Wybrany przegląd dobrze udokumentowanych chorób wynikających z wpływu środowiska: toksyny z uwzględnieniem dymu papierosowego, narkotyki, herbicydy, ciężkie metale, inne. Podstawy komórkowe i molekularne wybranych chorób oraz wybrane, popularne antybiotyki oraz inhibitory/aktywatory szlaków sygnałowych jak również antisense RNA: proste choroby genetyczne, m.in. związane z uszkodzeniami pojedynczych genów, jak również choroby mitochondrialne, nowotworowe, alergiczne i immunologiczne, wirusowe, m.in. grypa z uwzględnieniem jej różnorodnych odmian, oraz Aids, bakteryjne, grzybiczne, pasożytnicze, m.in. malaria., choroby związane z wadliwą syntezą białek prionowych oraz inne. Praktyczne możliwości współczesnej medycyny zindywidualizowanego leczenia i minimalizacji efektów ubocznych. Nowe technologie funkcjonalnej genomiki, m.in. podstawy farmakogenomiki

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Zapoznanie studentów z podstawami aktualnych zagadnień medycyny molekularnej. Nabywanie praktycznych umiejętności analizy struktury i funkcji układów biomolekularnych związanych z procesami chorobowymi. Umożliwienie wykorzystania nabytej wiedzy w innych dziedzinach, m.in. w diagnostyce medycznej, projektowaniu leków oraz w zagadnieniach biologii medycznej, genomiki, proteomiki oraz biologii systemów.

Bioinformatyka i modelowanie (wspólny ze specjalnością „Biofizyka”, studia II stopnia na Wydziale Fizyki)

Treści kształcenia: Teoretyczne podstawy i metody analizy sekwencji i badania struktur kwasów nukleinowych, białek i innych biopolimerów. Przewidywanie struktury białek metodami homologicznego modelowania. Metody mechaniki i dynamiki molekularnej oraz metody Monte Carlo i ich zastosowania w badaniach i przewidywaniu struktury oraz analizie dynamiki ruchów molekularnych, w tym metody *de novo* (*ab initio*) związania białek. Przewidywanie struktur (związania) kwasów rybonukleinowych RNA. Dokowanie makromolekuła – ligand. Racjonalne projektowanie środków farmakologicznych („drug design”). Na ćwiczeniach wykorzystywane będą pakiety oprogramowania do modelowania molekularnego i symulacji komputerowych, m.in. MOE, Schrodinger, Molecular Conceptor, Accelrys i/lub Tripos.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Opanowanie teoretycznych i praktycznych podstaw bioinformatyki oraz modelowania matematycznego i komputerowego układów biomolekularnych, analizy ich dynamiki oraz symulacji wybranych procesów regulacyjnych z wykorzystaniem metod mechaniki i dynamiki molekularnej oraz metod Monte-Carlo; przygotowanie słuchaczy do modelowania układów biomolekularnych.

Seminarium biofizyki oraz projektowania molekularnego i bioinformatyki

Treści kształcenia: Zakres tematyczny seminarium obejmuje zagadnienia współczesnej biofizyki jako nauki interdyscyplinarnej łączącej różne dziedziny nauk przyrodniczych: fizykę, chemię, biologię i bioinformatykę. Prezentację w ramach seminarium przygotowuje wygłaszający ją student wspólnie z opiekunem pracy magisterskiej, z uwzględnieniem wyników badań własnych studenta, wykonanych na pracowni specjalistycznej II (magisterskiej).

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Zapoznanie studentów z aktualnymi pracami badawczymi z dziedziny biofizyki związanymi z tematem wykonywanej pracy magisterskiej oraz stworzenie studentom możliwości prezentacji własnych wyników badań.

Mechanizmy reakcji chemicznych

Treści kształcenia: Podstawowe teorie i pojęcia chemii organicznej istotne z punktu widzenia mechanizmów reakcji: wiązania chemiczne, karboaniony, karbokationy, wolne rodniki, karbeny, efekty steryczne i indukcyjne, tautomeria, mezomeria. Wpływ różnych czynników na mechanizmy reakcji chemicznych. Podział reakcji chemicznych ze względu na mechanizm. Metody badania mechanizmów reakcji chemicznych: identyfikacja produktów i produktów pośrednich, badania katalityczne, dowody kinetyczne i stereochemiczne, zastosowania związków znakowanych izotopowo, efekty izotopowe. Reakcje podstawienia nukleofilowego w związkach alifatycznych i aromatycznych, podstawienie elektrofilowe w związkach alifatycznych i aromatycznych, reakcje wolnorodnikowe, reakcje addycji do wiązań wielokrotnych węgiel-węgiel oraz węgiel-heteroatom, reakcje eliminacji, przegrupowania, reakcje utleniania i redukcji. Przykłady wykorzystania wiedzy o mechanizmach reakcji w chemii organicznej i bioorganicznej.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Opanowanie przez studentów podstawowych pojęć związanych z mechanizmami reakcji, opanowanie podstawowych metod badania mechanizmów reakcji chemicznych, zapoznanie się z rodzajami reakcji chemicznych ze względu na mechanizm, wykorzystanie wiedzy o mechanizmie reakcji do planowania badań procesów chemicznych i biochemicznych, zrozumienie wpływu różnych czynników na mechanizm reakcji chemicznej.

Genomika i inżynieria genetyczna

Treści kształcenia: Definicja i główne działy genomiki, genomika strukturalna, struktura genomu człowieka, architektura innych genomów, genomika porównawcza, genomika funkcjonalna; sekwencjonowanie genomów, w tym metody sekwencjonowania nowej generacji, sekwencjonowanie indywidualnych genomów człowieka - cele i zagrożenia; biblioteki cDNA i genomowego DNA; mikromacierze, ich typy i wykorzystanie w analizie genomu, analiza wyników otrzymanych z mikromacierzy; transkryptom i metody jego analizy, proteomika: podstawowe metody, metabolomika, złożoność metabolomu, stosowane metody analizy; farmakogenomika, mapowanie genomów – metody stosowane w mapowaniu genetycznym i fizycznym genomów, mapy restrykcyjne, rodzaje markerów genetycznych - polimorfizm długości fragmentów restrykcyjnych (RFLP), polimorfizm długości prostych sekwencji (SSLP), polimorfizmy punktowe (SNP); mapowanie miejsc znaczonych sekwencyjnie (STS); DNA jako materiał genetyczny, replikacja, transkrypcja, biosynteza białek, kod genetyczny, techniki inżynierii genetycznej, klonowanie genów, wektory DNA (plazmidowe, bakteriofagowe, drożdżowe, stosowane do wyższych eukariontów), metody ukierunkowanej mutagenesy, wprowadzanie DNA do komórek i całych organizmów, rekombinacja DNA, podstawy terapii genowych,

regulacja ekspresji genów eukariotycznych i prokariotycznych, interferencja RNA - wyciszenie ekspresji wybranego genu, regulacja przez małe RNA, działanie fizycznych czynników środowiska (promieniowanie elektromagnetyczne i jonizujące) na komórki i organizmy.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Zapoznanie studentów z aktualnymi zagadnieniami z dziedziny genomiki i stosowanymi metodami badawczymi, umiejętność wykorzystania nabytej przez studenta wiedzy przy planowaniu pracy eksperymentalnej.

Pracownia inżynierii genetycznej

Treści kształcenia: Eksperymentalne i badania zagadnień współczesnej genetyki molekularnej, m.in. zastosowanie wybranych metod do mapowania genomu oraz analiza wyników eksperymentalnych uzyskanych z mikromacierzy

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Umiejętność praktycznego stosowania metod i korzystania z aparatury badawczej współczesnej genetyki molekularnej; planowania eksperymentów i precyzyjnego przeprowadzania pomiarów; stosowanie zaawansowanego oprogramowania bioinformatycznego do analizy danych genetycznych; przygotowanie do wykonywania samodzielnych eksperymentów w ramach pracy magisterskiej.

Specjalność **Projektowanie molekularne i bioinformatyka**

Metody matematyczne i obliczeniowe fizyki.

Treści kształcenia: Przypomnienie podstaw teorii funkcji rzeczywistych wielu zmiennych. Podstawy rachunku różniczkowego funkcji rzeczywistych wielu zmiennych. Całki objętościowe, krzywoliniowe i powierzchniowe. Twierdzenia Greena, Gaussa-Ostrogradskiego oraz Stokesa. Ortogonalne układy współrzędnych i operatory różniczkowe w tych współrzędnych. Zastosowania w klasycznej mechanice i dynamice, elektrodynamice, mechanice kwantowej oraz termodynamice. Numeryczna analiza matematyczna: interpolacja, różniczkowanie i całkowanie numeryczne. Równania różniczkowe zwyczajne, metody ścisłe i numeryczne; zastosowania klasyczne i w mechanice kwantowej. Generatory liczb pseudolosowych; metody Monte Carlo. Wielomiany ortogonalne. Analiza spektralna. Transformata Fouriera (ciągła, szereg i dyskretna); FFT. Transformata falkowa. Numeryczne układy równań liniowych, wartości własne, SVD. Wstęp do układów nieliniowych. Symetrie w fizyce i elementy teorii grup.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Uzupełnienie i rozwinięcie wiedzy matematycznej studentów z jednoczesnym powiązaniem tej wiedzy z fizyką układów wielu cząstek oraz teorią klasycznych pól. Nauczenie rozwiązywania praktycznych problemów o charakterze analitycznym lub obliczeniowym z wykorzystaniem środowisk programowania takich jak Mathematica, Matlab, Maple.

Fizyka statystyczna

Treści kształcenia: Przegląd podstawowych pojęć z zakresu termodynamiki: własności układów termodynamicznych, zasady termodynamiki, potencjały termodynamiczne, równowaga i stabilność, opis przemian fazowych. Elementy klasycznej mechaniki statystycznej: mikrostan i funkcje rozkładu, rozkłady Gibbsa, entropia i potencjały termodynamiczne, zasada ekwipartycji i twierdzenie o wiriale, fluktuacje. Elementy kwantowej mechaniki statystycznej: operator gęstości: stany czyste i mieszane, kwantowe rozkłady Gibbsa, entropia, reprezentacja liczby obsadzeń, twierdzenie Nernsta. Zastosowania klasycznej i kwantowej mechaniki statystycznej w termodynamice i fizyce fazy skondensowanej: termodynamika gazów doskonałych, statystyki Bosego-Einsteina i Fermiego-Diraca, własności termodynamiczne sieci krystalicznej, promieniowanie ciała doskonale czarnego, kondensacja Bosego-Einsteina, nadciekłość, przemiana paramagnetyk - ferromagnetyk w przybliżeniu pola średniego, zdegenerowany gaz fermionów (gaz elektronowy, jądro atomowe, białe karły), nadprzewodnictwo.

Efekty kształcenia - umiejętności i kompetencje: Wykład jest adresowany głównie do studentów chcących specjalizować się w fizyce teoretycznej. Celem wykładu jest zaznajomienie studentów z aparatem matematycznym współczesnej mechaniki statystycznej, wykształcenie intuicji fizycznej pomagającej w zrozumieniu zjawisk i problemów opisywanych metodami fizyki statystycznej, oraz umiejętności sprawnego posługiwania się formalizmem teorii.

Stochastyczny opis fizycznych zjawisk (Stochastic description of physical phenomena)

Treści kształcenia: Zastosowanie procesów stochastycznych do opisu zjawisk fizycznych, w których istotną rolę odgrywają fluktuacje. Wprowadzone zostaną elementy teorii procesów Markowa, równanie M (master), twierdzenie H, równowaga szczegółowa, twierdzenie Nyquista (twierdzenie o fluktuacjach i dyssypacji), przybliżenie prowadzące do równania Fokkera - Plancka i równania Langevina. Jako przykłady zastosowań w/w metod omówione zostaną różnego typu ruchy Browna (translacyjne i rotacyjne), procesy dyfuzji kolektywnej z zastosowaniem równania Smoluchowskiego dla wielu cząstek i uwzględnieniem oddziaływań hydrodynamicznych, wykorzystanie procesów stochastycznych w symulacjach komputerowych układów mezoskopowych.

Efekty kształcenia - umiejętności i kompetencje: Efektem kształcenia będzie podstawowa wiedza z zakresu zastosowań procesów stochastycznych do opisu zjawisk na poziomie mezoskopowym. Po wysłuchaniu wykładu i jego zaliczeniu student zna matematyczne podstawy teorii procesów stochastycznych, potrafi wykorzystać tę wiedzę do opisu i analizy zjawisk, w których istotną rolę odgrywają fluktuacje.

Metody biologii strukturalnej (wspólny z makrokierunkiem Bioinformatyka i biologia systemów)

Treści kształcenia: Podstawy ciągłej i dyskretnego transformacji Fouriera oraz jej zastosowań w spektroskopii oraz w przetwarzaniu obrazów. Zagadnienia pośredniego próbkowania sygnałów pomiarowych w przestrzeni, czasie oraz w

przestrzeni „odwrotnej” wektora falowego, jak również zagadnienia wielowymiarowej transformaty Fouriera, odwrotnej transformaty Laplace’a, technik projekcyjnych a także spektroskopii kowariancji. Techniki wielowymiarowe i metody pozwalające na przyspieszenie pomiarów. Przykłady zastosowań wielowymiarowych technik NMR w identyfikacji oraz w badaniach struktury związków organicznych oraz cząsteczek o znaczeniu biologicznym. Porównanie technik wysokiej rozdzielczości z metodami obrazowania magnetyczno – rezonansowego. Przypomnienia fizycznych podstaw spektroskopii optycznej, m.in. absorpcji fali EM przez materię, oraz matematycznego opisu pasma spektralnego. Zakres zastosowań spektroskopii w podczerwieni, widm Ramana oraz dichroizmu kołowego w badaniach struktur białek i kwasów nukleinowych oraz problem nakładania się wielu sygnałów spektralnych pochodzących od różnych komponentów chemicznych i konformacyjnych biopolimerów. Metody analizy widm, m.in. dekonwolucja, określanie udziału struktur drugorzędowych białek przez „fitowanie” ich widm wibracyjnych, analiza głównych składowych, metoda 2D-COS FT-IR. Podstawowe pojęcia krystalograficzne takie jak projekcje, symetria, grupy przestrzenne, sieć odwrotna, klasyczne metody rentgenograficzne, transformacja Fouriera, tok analizy strukturalnej w tym: badania wstępne, wykonanie pomiarów, czynniki wpływające na intensywność wiązki ugiętej - w szczególności, czynnik struktury; problem fazowy, metody bezpośrednie i nierówności wyznacznikowe; rozwiązanie struktury, udokładnienie struktury, interpretacja danych strukturalnych, inne metody rozwiązywania struktury, mapy gęstości elektronowej; interpretacja oraz prezentacja wyników.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Zapoznanie studentów z podstawami współczesnych metod spektroskopii molekularnej oraz technik dyfrakcyjnych jak również nabycie podstawowych umiejętności w przetwarzaniu danych eksperymentalnych w celu wyznaczania istotnych strukturalnych i fizykochemicznych cech badanych układów (bio)molekularnych.

Metody wirtualnej rzeczywistości w modelowaniu układów biomolekularnych (wspólny z makrokierunkiem Bioinformatyka i biologia systemów)

Treści kształcenia: Środowisko wirtualnej rzeczywistości systemów Mathematica lub innego modelowego środowiska w badaniach wybranych, prostych układów modelowych. Praktyczna analiza wybranych przykładów. Zasady wizualizacji 3D. Przegląd technologii VR. Metody wirtualnej rzeczywistości w badaniach struktury i dynamiki bardziej złożonych układów. Podstawowe elementy specjalizowanego systemu wirtualnej rzeczywistości do trójwymiarowej wizualizacji i manipulowania strukturami (bio)molekularnymi, np. NAMD/VMD. Siły molekularne na poziomie mikroskopowym (o atomowej zdolności rozdzielczej) i/lub mezoskopowym (z wykorzystaniem efektywnych potencjałów dla całych grup molekularnych). Konfigurowanie specjalizowanego systemu wirtualnej rzeczywistości z wykorzystaniem środowiska VMD oraz pakietu symulacyjnego NAMD do wizualizacji oraz manipulowania strukturami molekularnymi, lub innego środowiska o podobnej funkcjonalności. Podstawy metody dynamiki molekularnej. Sterowana (interaktywna) dynamika molekularna (*steered Molecular Dynamics*) z uwzględnieniem sił generowanych przez badacza. Sterowana dynamika molekularna w zastosowaniach praktycznych. Zastosowania metod VR do generowania zmian konformacji badanych układów oraz do dockingu małych ligandów. Inne zastosowania metod VR.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Zapoznanie studentów z podstawami teorii oraz technologii systemów wirtualnej rzeczywistości. Nabycie praktycznych umiejętności zastosowań technik VR w badaniach struktury i funkcji układów (bio)molekularnych oraz w innych zastosowaniach, istotnych z punktu widzenia rozwoju nowoczesnych metod bioinformatyki i biologii systemów.

Metody modelowania matematycznego i komputerowego w naukach przyrodniczych.

Treści kształcenia: Współczesne tendencje i strategie badania złożonych układów makromolekularnych i wpływu na nie fizycznych czynników środowiska (promieniowanie elektromagnetyczne i jonizujące), z wykorzystaniem metod informatyki stosowanej i technik symulacyjnych. Współczesne architektury komputerowe - od komputerów osobistych do superkomputerów. Światowe i polskie centra superkomputerowe oraz przegląd badań i usług w nich realizowanych. Metody programowania na architekturach równoległych. Technologie i serwisy WEBowe oraz GRIDowe. Wieloskalowe metody modelowania i symulacje złożonych układów i procesów fizycznych, chemicznych i biologicznych jako niezbędny element badań w celu zrozumienia ich struktury i funkcji. Przegląd wiodących metod i środowisk obliczeniowych stosowanych w naukach (bio)molekularnych i w strukturalnych badaniach materiałów (skondensowanych). Energia potencjalna układów wieloatomowych. Wybrane popularne kwantowe metody służące do generowania energii potencjalnej. Analityczne przybliżenia energii potencjalnej. Związki fizyki układów (bio)molekularnych i nanoukładów. Metody wirtualnej rzeczywistości. Algorytmy Monte-Carlo (MC). Generatory liczb losowych. Systemy dynamiczne. Trajektorie w przestrzeni fazowej. Klasyfikacja systemów dynamicznych. Procesy stochastyczne i kwantowe. Funkcje korelacji, w tym czasowe funkcje korelacji. Wybrane algorytmy dynamik molekularnych: klasycznej dynamiki molekularnej (MD), kwantowej dynamiki molekularnej (QD) i kwantowo-klasycznej dynamiki molekularnej (QCMD). Stabilność numeryczna algorytmów dynamiki molekularnej. Symulacje układów w stanach równowagi termodynamicznej: podstawowe zespoły statystyczne i właściwości termodynamiczne, mikroskopowy obraz ciśnienia i temperatury, symulacje energii swobodnej, całkowanie termodynamiczne. Mikroskopowe i mezoskopowe modele pól molekularnych. Równanie Poissona-Boltzmana. Procesy dyfuzyjne. Równanie Fokkera-Plancka. Dynamika Brownska. Oddziaływania hydrodynamiczne. Symulacje procesów kinetycznych, w tym szlaków metabolicznych i sygnałowych. Symulacje układów w stanach nierównowagowych. Fizyka a ewolucja. Algorytmy genetyczne. Sieci neuronowe. Analiza sygnałów. Relacje przyczynowości w dynamice układów złożonych. Przegląd wybranych zastosowań. Nowe wyzwania.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Celem wykładu i prezentacji w nim zawartych jest przedstawienie

słuchaczom przeglądu metod, tendencji i strategii badania układów złożonych w naukach przyrodniczych z wykorzystaniem metod modelowania matematycznego i komputerowego, w tym z wykorzystaniem wielkoskalowych metod fizyki teoretycznej i informatyki stosowanej. Wykład powinien dać dobre, merytoryczne przygotowanie do pełniejszego rozumienia i prowadzenia własnych, bardziej szczegółowych badań, złożonych układów i procesów.

Technologie w skali genomowej II (wspólny z makrokierunkiem Bioinformatyka i biologia systemów)

Treści kształcenia: Kompleksowe omówienie współczesnych technologii stosowanych w analizach genomicznych – mikromacierze oraz metody sekwencjonowania nowej generacji. Przedstawienie problematyki badawczej opartej o analizę technikami wielkoskalowymi: analiza zmienności genomu, w tym badanie zmian liczby kopii genów (CNV) oraz analiza pojedynczych zmian nukleotydowych (SNP), charakterystyka metylomu i epigenomu, zmiany na poziomie transkryptomu, w tym analiza poziomów mRNA. Przegląd innych technik analizy genomu i transkryptomu (SAGE, RT-PCR). Zapoznanie z dostępnym oprogramowaniem służącym do modelowania, analizy i poznania znaczenia identyfikowanych zmian w badanych procesach biologicznych. Analizy proteomiczne. Interpretacja widm spektrometrii mas, zapoznanie z oprogramowaniem umożliwiającym analizę danych i identyfikację białek na podstawie widm fragmentacyjnych MS/MS. Techniki prowadzenia różnicowych eksperymentów proteomicznych. Zapoznanie z metodą znakowania izotopowego próbek, tzw. Techniką iTRAQ oraz oprogramowaniem do analizy różnicowej proteomiki zarówno w wydaniu wymagającym znakowania izotopowego jak i bez tego znakowania, łącznie z etapem oceny istotności statystycznej.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Uzyskanie umiejętności właściwego zaprojektowania eksperymentów z wykorzystaniem technologii wielkoskalowych genomicznych i proteomicznych oraz analizy otrzymanych danych.

Modelowanie złożonych systemów biologicznych (wspólny z makrokierunkiem Bioinformatyka i biologia systemów)

Treści kształcenia: Omówienie modeli łączących wyniki z różnych -omik. Wybrane przykłady projektów modelowania na poziomie komórki (np. E-cell), tkanki (np. Kidney Physiome Project), organizmu (Computable Plant, The Living Human Project) – omówienie struktur danych, środowiska i metody symulacji. Analiza złożonych sieci biologicznych (bezskałowość, własność małego świata, identyfikacja hubów). Modelowanie narządów i zastosowania medyczne takich modeli (np. cardiovascular bioinformatics, system oddechowy). Symulacje procesów morfogenezy. Metagenomika i jej narzędzia bioinformatyczne. Modelowanie współzależności organizmów (np. symbioza, chorobotwórczość)

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Umiejętność modelowania złożonych systemów na poziomie sieci, komórki, organizmu i meta genomów.

Molekularna mechanika kwantowa – treści i efekty kształcenia jak dla specjalności Biofizyka molekularna

Podstawy medycyny molekularnej – treści i efekty kształcenia jak dla specjalności Biofizyka molekularna

Proseminarium studenckie – treści i efekty kształcenia jak dla specjalności Biofizyka molekularna

Seminarium biofizyki oraz projektowania molekularnego i bioinformatyki – treści i efekty kształcenia jak dla specjalności Biofizyka molekularna

Specjalność Neuroinformatyka

Wybrane aspekty fizyki współczesnej

Blok I: Elementy współczesnej fizyki klasycznej

Treści kształcenia:

Czasoprzestrzeń Galileusza i Minkowskiego szczególnej teorii względności. Kinematyka i dynamika punktów materialnych i brył sztywnych. Więzy, zasada d'Alemberta, równania Lagrange'a. Zasady wariacyjne i prawa zachowania. Twierdzenie Noether. Przestrzeń fazowa, równania Hamiltona. Niezmienniki przekształceń kanonicznych, całki ruchu. Stabilność trajektorii fazowych. Elementy teorii chaosu. Elementy dynamiki relatywistycznej. Elementy mechaniki sprężystych ośrodków rozciągliwych.

Blok II: Elementy współczesnej fizyki kwantowej

Treści kształcenia:

Układy wielu cząstek. Symetria funkcji falowej. Rachunek zaburzeń - zależny i niezależny od czasu. Teoria rozpraszania - przybliżenie Borna, przesunięcia fazowe, całki po trajektoriach - równoważność podejścia Schrödingera, Heisenberga i Feynmana. Równanie Diraca. Relatywistyczna mechanika kwantowa.

Blok III: Elementy współczesnej fizyki statystycznej

Treści kształcenia:

Elementy klasycznej mechaniki statystycznej. Elementy kwantowej mechaniki statystycznej. Zastosowania klasycznej i kwantowej mechaniki statystycznej w termodynamice i fizyce fazy skondensowanej. Statystyki Fermiego i Bosego. Elementy termodynamiki nierównowagowej.

Efekty kształcenia - umiejętności i kompetencje:

Wykład jest adresowany głównie do studentów chcących specjalizować się w fizyce eksperymentalnej. Celem wykładu jest: wykształcenie intuicji fizycznej związanej z rozumieniem zjawisk i procesów makro i mikroświata; zaznajomienie

studentów z podstawowymi metodami matematycznymi stosowanymi we współczesnej fizyce teoretycznej, oraz nauczanie wykorzystywania formalizmów matematycznych fizyki klasycznej, kwantowej i statystycznej do opisu zjawisk i procesów w makro i mikroświecie.

Elektrodynamika dla neuroinformatyków

Treści kształcenia: Elementy analizy wektorowej z dziedziny teorii pola. Podstawowe pojęcia elektrostatyki (przypomnienie) – ładunek, potencjał, pole. Rozwinięcie multipolowe. Źródła prądowe i napięciowe. Dipole i warstwy dipolowe. Podstawy pomiarów potencjału. Równania Maxwella. Pole elektryczne w ośrodku przewodzącym. Problem wprost i problem odwrotny. Zestaw równań liniowej elektrofizjologii. Własności elektryczne tkanki nerwowej. Przykłady rozwiązań: dipole w ośrodku wewnątrz sferycznych powierzchni. Dipole radialne i transwersalne. Problem elektrody odniesienia. Macierz przejścia (leadfield). Magnetyczne pole mózgu, pomiary MEG. MEG a EEG.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje

Student rozumie powstawanie i metody pomiaru aktywności elektrycznej i magnetycznej struktur układu nerwowego. Zapoznany jest z typowymi modelami spotykanymi w literaturze oraz z metodami estymacji położenia źródeł aktywności mózgu z pomiarów.

Programowanie zaawansowane

Treści kształcenia: Język C++, Składnia, proste typy danych, operatory i wyrażenia, Funkcje, Struktury, unie i klasy, dziedziczenie, Przeciążanie operatorów, Wyjątki, Biblioteka standardowa, Biblioteka STL: Klasa string i przetwarzanie tekstu, Stosy, kolejki, wektory i ich zastosowania, Wzorce i iteratory. Grafika - biblioteka Qt: Wstęp - programy sterowane zdarzeniami, elementy graficznego interfejsu użytkownika, Hierarchia klas Qt, sygnały i sloty, Tworzenie prostego interfejsu użytkownika z wykorzystaniem Qt, Biblioteka qwt i wykresy funkcji. Wstęp do programowania numerycznego: Całkowanie numeryczne, Rozwiązywanie równań nieliniowych metodą Newtona, Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych metodą Rungego-Kutty, Rozwiązywanie układów równań liniowych metodą eliminacji Gaussa lub Gaussa-Jordana. Zaawansowane struktury danych i ich zastosowania, Tablice asocjacyjne, Drzewa i grafy.

Efekt kształcenia – umiejętności i kompetencje: zapoznanie studentów z językiem C++, tworzeniem interfejsów graficznych do programów i programowaniem numerycznym.

Proseminarium magisterskie

Treści kształcenia:

Przygotowanie i wygłaszanie seminariów z zakresu Fizyki Medycznej i Modelowania w biologii i medycynie.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:

Student potrafi przygotowywać spójną logicznie prezentację, referować treść przeczytanych artykułów, aktywnie dyskutować na referowany temat, rozpoznawać na czym polega etyka prezentowania wyników naukowych

Seminarium fizyki biomedycznej

Treści kształcenia: Zakres tematyczny seminarium obejmuje zagadnienia zastosowań fizyki w biologii, medycynie i dziedzinach pokrewnych jako nauki interdyscyplinarnej łączącej różne dziedziny nauk przyrodniczych: fizykę, chemię, biologię, medycynę i informatykę. Prezentację w ramach seminarium przygotowuje wygłaszający ją student.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Zapoznanie studentów z aktualnymi pracami badawczymi z szeroko pojętej dziedziny fizyki biomedycznej, a także stworzenie studentom możliwości prezentacji własnych wyników badań.

Współczesne metody doświadczalne fizyki materii skondensowanej i optyki - treści i efekty kształcenia jak dla specjalności Biofizyka molekularna

Termodynamika fenomenologiczna – treści i efekty kształcenia jak dla specjalności Biofizyka molekularna

Specjalność **Fizyka medyczna**

Seminarium fizyki biomedycznej – *treści i efekty kształcenia jak dla specjalności Neuroinformatyka*

Fizyczne podstawy radioterapii

Treści kształcenia: Historia radioterapii. Cele i procedury radioterapii. Metody radioterapii – teleradioterapia, brachyterapia, terapia radioizotopowa. Wiązki fotonowe w radioterapii. Jednostki w opisie wiązek fotonowych. Rozkład dawki fotonowej w wodzie. Fizyczne i dozymetryczne aspekty pól promieniowania dla teleradioterapii i brachyterapii. Wiązki elektronowe. Rozkład dawki w funkcji głębokości. Rozwiązania kliniczne dla wiązek elektronowych. Akceleratory i aparatura dozymetryczna w radioterapii. Kontrola techniczna aparatury radioterapeutycznej. Uruchamianie aparatów terapeutycznych (commissioning) z wiązkami fotonowymi i elektronowymi. Kontrola jakości. Kalibracja wiązek fotonowych i elektronowych. Wstęp do planowania radioterapii. Elementy radiobiologii tkanki prawidłowej i nowotworowej. Frakcjonowanie (dawki) napromieniania nowotworów. RBE. Radioterapia protonowa i ciężko jonowa. Ochrona radiologiczna pacjenta i personelu w świetle przepisów polskich i międzynarodowych.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Rozumienie podstaw fizycznych i modeli optymalizacji radioterapii. Znajomość sprzętu i aparatury dozymetrycznej stosowanych w radioterapii klinicznej. Umiejętność stosowania protokołów IAEA dla oceny dawek.

Statystyka II – treści i efekty kształcenia jak dla specjalności Neuroinformatyka

Modelowanie matematyczne procesów w biologii i medycynie – treści i efekty kształcenia jak dla specjalności Neuroinformatyka

Planowanie radioterapii

Treści kształcenia: Definicja obszaru napromieniania. Komputerowe systemy planowania leczenia w tele- i brachyterapii. Algorytmy obliczania dawek – jednowymiarowe i 3D. Systemy współpracujące z tomografami komputerowymi (CT) i rezonansem magnetycznym (MRI). Rozwiązania kliniczne dla wiązek fotonowych. Izodozy, filtry bolusy. Poprawki na niejednorodności obszaru napromieniania. Pakiety obliczeniowe. Kombinacje wiązek w zastosowaniach klinicznych. Ocena planu leczenia, optymalizacja . Weryfikacja leczenia. Dozymetria *in vivo*. Rola frakcjonowania dawki.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje. Rozumienie podstaw fizycznych i modeli optymalizacji radioterapii. Znajomość sprzętu i aparatury stosowanych w planowaniu radioterapii klinicznej. Zrozumienie zagadnień kontroli jakości w radioterapii (dokumenty ESTRO).

Staż z diagnostyki radiacyjnej

Treści kształcenia: Wybrane urządzenia diagnostyki radiacyjnej: Tomograf komputerowy (CT), Gamma Kamera. PET, PET/CT. Radioizotopy i radiofarmaceutyki dla diagnostyki radiacyjnej. Ochrona radiologiczna pacjenta i personelu w procedurach diagnostyki radiacyjnej.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Rozumienie podstaw działania urządzeń diagnostyki radiacyjnej. Znajomość sprzętu i aparatury dozymetrycznej stosowanych w klinicznej diagnostyce radiacyjnej. Umiejętność obsługi wybranych urządzeń diagnostyki i stosowania protokołów IAEA dla oceny dawek.

Proseminarium magisterskie – treści i efekty kształcenia jak dla specjalności Neuroinformatyka

Współczesne metody doświadczalne fizyki materii skondensowanej i optyki - treści i efekty kształcenia jak dla specjalności Neuroinformatyka

Wybrane aspekty fizyki współczesnej - treści i efekty kształcenia jak dla specjalności Biofizyka molekularna

Termodynamika fenomenologiczna - treści i efekty kształcenia jak dla specjalności Biofizyka molekularna

PRZEDMIOTY DODATKOWE

Specjalność **Biofizyka molekularna**

Przedmiot do wyboru z list wydziałów matematyczno-przyrodniczych i listy przedmiotów ogólnouniwersyteckich

Treści kształcenia: Zależnie od wyboru, wykład z listy wykładów monograficznych i kursowych oferowanych przez Wydział Fizyki oraz inne wydziały matematyczno-przyrodnicze Uniwersytetu Warszawskiego: Wydział Matematyki Mechaniki i Informatyki, Wydział Chemii lub Wydział Biologii. Osoby zainteresowane szerszą problematyką mogą wybrać wykład z filozofii (filozofii nauk przyrodniczych), wykład z ekonomii lub zarządzania.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Uzupełnienie wiadomości niezbędnych do właściwego przygotowania pracy magisterskiej o określonym profilu i/lub rozszerzenie ogólnej wiedzy

Specjalność **Neuroinformatyka**

Przedmioty do wyboru z list wydziałów matematyczno-przyrodniczych i listy przedmiotów ogólnouniwersyteckich

Treści kształcenia: Zależnie od wyboru wykładu z listy wykładów monograficznych i kursowych oferowanych przez Wydział Fizyki oraz inne wydziały Uniwersytetu Warszawskiego; w szczególności osoby zainteresowane bardziej podstawowymi problemami mogą wybrać filozofię, filozofię nauk przyrodniczych lub wykłady z obszaru podstawowych problemów fizyki, matematyki, biologii lub chemii a studenci zainteresowani założeniem w przyszłości firmy będą mogli wybrać wykłady z ekonomii i/lub zarządzania

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Uzupełnienie wiadomości niezbędnych do właściwego przygotowania pracy magisterskiej o określonym profilu i/lub rozszerzyć ogólną wiedzę.

Specjalność **Fizyka medyczna**

Przedmioty do wyboru z list wydziałów matematyczno-przyrodniczych i listy przedmiotów ogólnouniwersyteckich

Treści kształcenia: Zależnie od wyboru wykładu z listy wykładów monograficznych i kursowych oferowanych przez Wydział Fizyki oraz inne wydziały Uniwersytetu Warszawskiego; w szczególności osoby zainteresowane bardziej podstawowymi problemami mogą wybrać filozofię, filozofię nauk przyrodniczych lub wykłady z obszaru podstawowych problemów fizyki, matematyki, biologii lub chemii a studenci zainteresowani założeniem w przyszłości firmy będą mogli wybrać wykłady z ekonomii i/lub zarządzania. Możliwe są również do wyboru przedmioty humanistyczne i społeczne.

Dla studentów, którzy w toku wcześniejszych studiów nie zaliczyli przedmiotu z zakresu dozymetrii powinni w ramach uzupełnienia wybrać jako przedmiot z list wydziałów matematyczno-przyrodniczych Dozymetrię z oferty studiów I stopnia Wydziału Fizyki UW (specjalność *Fizyka medyczna*).

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Uzupełnienie wiadomości niezbędnych do właściwego przygotowania pracy magisterskiej o określonym profilu i/lub rozszerzyć ogólną wiedzę.

Załącznik C

C1. Informacja o minimum kadrowym

Poniżej zamieszczamy informacje o dorobku naukowym tych nauczycieli akademickich, którzy będą stanowili minimum kadrowe dla studiów na proponowanym nowym kierunku. Przypisanie nazwisk do konkretnych wykładów jest orientacyjne i może ulec zmianie. Pozostałe przedmioty, jak na przykład wykłady i ćwiczenia z fizyki i matematyki, prowadzone będą przez pracowników Wydziału Fizyki, Matematyki, Chemii lub Biologii i nie zostały uwzględnione w poniższej liście. Na Wydziale Fizyki pracuje 205 nauczycieli akademickich (181 etatów), a studiuje 740 osób, co daje liczbę 3,6 studenta na jednego nauczyciela akademickiego (stan na koniec roku 2010).

1. Imię i nazwisko: Ernest Aleksy Bartnik

Stopień naukowy: dr hab.

Kariera naukowa: magisterium, doktorat

Magisterium 1971, doktorat 1976, habilitacja 1994

Ważniejsze publikacje naukowe (max.5):

1. Bartnik E.A., Blinowska K.J., Tuszynski J.A. (1991): The possibility of an excitonic fast and nearly lossless energy transfer in biomolecular systems, Phys. Lett.A 1991 (159) 67.
2. Bartnik E.A., Blinowska K.J. (1992): Wavelets - new method of evoked potential analysis, Med. & Biol. Computing, 30 (1992) 125.
3. Bartnik E.A., Blinowska K.J., Durka P.J. (1992): Single evoked potential reconstruction by means of wavelet transform, Biol. Cyb. 1 (1992) 123.
4. Bartnik E.A., Tuszynski J.A. (1992): Theoretical models of energy transfer in Scheibe aggregates, Phys. Rev. E48 (1993) 1516.
5. Bartnik E.A., Tuszynski J.A., Sept D. (1995): Effects of distance dependence of exciton hopping on the Davydov soliton, Phys. Lett. A204, (1995) 263

Zajęcia dydaktyczne prowadzone dotychczas:

Wykłady: wszystkie kursowe wykłady teoretyczne na Wydziale Fizyki UW (w tym 3 opracowane przez siebie) i jeden monograficzny, 2 zaproszone cykle wykładów za granicą

Inne: opieka nad magistrantami i doktorantami i licencjatami

Zajęcia dydaktyczne, które będą prowadzone w ramach nowego kierunku:

Wykłady: Metody matematyczne i obliczeniowe fizyki, Metody modelowania matematycznego i komputerowego w naukach przyrodniczych

2. Imię i nazwisko: Elżbieta Jolanta Bojarska

Stopień naukowy: dr (doktor nauk przyrodniczych w zakresie biologii)

Kariera naukowa: magisterium 1982, doktorat 1989

1982 – 1987 studia doktoranckie w Instytucie Biochemii i Biofizyki PAN

1987 – 1994 pracownik inżynierijno-techniczny w Zakładzie Biofizyki Instytutu Fizyki Doświadczalnej, Wydział Fizyki UW

1994 – 2009 - adiunkt w Zakładzie Biofizyki Instytutu Fizyki Doświadczalnej, Wydział Fizyki UW

2009 – do chwili obecnej pracownik inżynierijno-techniczny w Zakładzie Biofizyki Instytutu Fizyki Doświadczalnej, Wydział Fizyki UW

Ważniejsze publikacje naukowe (max.5):

1. E. Bojarska and B. Czochralska, Electrooxidation of the antileukemic 2-chloro-2'-deoxyadenosine and related compounds, J. Electroanal. Chem. 477, 89-96 (1999)

2. M. Długosz, E. Bojarska, J.M. Antosiewicz, A procedure for analysis of stopped-flow transients for protein-ligand association, *J. Biochem. Biophys. Methods* 51, 179-193 (2002)
3. K. Banach, E. Bojarska, Z. Kazimierczuk, L. Magnowska, A. Bzowska, Kinetic model of oxidation catalyzed by xanthine oxidase – the final enzyme in degradation of purine nucleosides and nucleotides, *Nucleosides, Nucleotides and Nucleic Acids* 24, 465-469 (2005)
4. Z.M. Darzynkiewicz, E. Bojarska, J. Kowalska, M. Lewdorowicz, J. Jemielity, M. Kałek, J. Stepiński, R.E. Davis, E. Darzynkiewicz, Interactions of human decapping scavenger with 5' mRNA cap analogues: structural requirements for catalytic activity, *J. Phys.: Condens. Matter* 19, 285217 (2007)
5. E. Błachut-Okraśńska, E. Bojarska, J. Stepiński, J.M. Antosiewicz, Kinetic of binding the mRNA cap analogues to the translation initiation factor eIF4E under second-order reaction conditions, *Biophys. Chem.* 129, 289-297 (2007)

Zajęcia dydaktyczne prowadzone dotychczas:

Wykłady: Fizyczne metody badania środowiska, Wstęp do biologii molekularnej, Chemia ogólna, Chemia fizyczna

Pracownie: I Pracownia fizyczna, II Pracownia fizyczna, Pracownia z chemii fizycznej, Pracownia z biofizyki molekularnej, Praktikum z chemii ogólnej, Pracownia chemii

Inne: Opieka nad magistrantami i licencjatami

Zajęcia dydaktyczne, które będą prowadzone w ramach nowego kierunku:

Pracownie: Pracownia inżynierii genetycznej, Pracownia biofizyki doświadczalnej, Pracownia specjalistyczna II i praca magisterska

3. Imię i nazwisko: Maria Agnieszka Bzowska

Stopień naukowy: dr hab. (doktor habilitowany nauk fizycznych)

Kariera naukowa: magisterium 1984, doktorat 1989, habilitacja 2003

1984 – 1990 - asystent, Zakład Biofizyki, Wydział Fizyki, UW

1990 – do chwili obecnej - adiunkt, zakład Biofizyki, Wydział Fizyki, UW

Ważniejsze publikacje naukowe (max.5):

1. G. Koellner, M. Luić, D. Shugar, W. Saenger, A. Bzowska, Crystal structure of calf spleen purine nucleoside phosphorylase in a complex with hypoxanthine at 2.15 Å resolution. *J. Mol. Biol.* 265, 202-216 (1997)
2. A. Bzowska, E. Kulikowska, D. Shugar, Purine nucleoside phosphorylase: properties, functions and clinical aspects. *Pharmacology & Therapeutics* 88, 349-425 (2000)
3. G. Koellner, A. Bzowska, B. Wielgus-Kutrowska, M. Luić, T. Steiner, W. Saenger, J. Stepiński, Open and closed conformation of the E. coli purine nucleoside phosphorylase active center and implications for the catalytic mechanism. *J. Mol. Biol.* 315, 351-371 (2002)
4. A. Bzowska, Calf spleen purine nucleoside phosphorylase: complex kinetic mechanism, hydrolysis of 7-methylguanosine, and oligomeric state in solution. *Biochim. Biophys. Acta* 1596, 293-317 (2002)
5. A. Bzowska, G. Koellner, B. Wielgus-Kutrowska, A. Stroh, G. Raszewski, A. Holý, T. Steiner, J. Frank Crystal structure of calf spleen purine nucleoside phosphorylase with two full trimers in the asymmetric unit: important implications for the mechanism of catalysis. *J. Mol. Biol.* 342, 1015-1032 (2004)

Zajęcia dydaktyczne prowadzone dotychczas:

Wykłady: Biofizyka molekularna II

Pracownie: I i II Pracownia fizyczna, Pracownia z chemii fizycznej, Pracownia z biofizyki molekularnej

Inne: Opieka nad magistrantami i doktorantami

Zajęcia dydaktyczne, które będą prowadzone w ramach nowego kierunku:

Pracownie: Pracownia fizyczna II stopnia, Pracownia biofizyki doświadczalnej, Pracownia specjalistyczna II i praca magisterska

4. Imię i nazwisko: **Jacek Jemielity**

Stopień naukowy: dr (*doktor nauk chemicznych*)

Kariera naukowa: magisterium 1997, doktor 2002

1997 – 2002 Studia Doktoranckie, Wydział Chemii UW

2002 – do chwili obecnej - adiunkt w Zakładzie Biofizyki IFD UW

Ważniejsze publikacje naukowe (max.5):

1. Kalek M., Jemielity J., Darzynkiewicz Z.M., Bojarska E., Stepinski J., Stolarski R., Davis R.E., Darzynkiewicz E., Enzymatically Stable 5' mRNA Cap Analogs: Synthesis and Binding Studies with Human DcpS Decapping Enzyme. *Bioorganic and Medicinal Chemistry* 14, 3223-3230 (2006)
2. Grudzien E., Kalek M., Jemielity J, Darzynkiewicz E, Rhoads RE; Differential inhibition of mRNA degradation pathways by novel cap analogs. *Journal of Biological Chemistry* 281, 1857-1867 (2006)
3. Kalek, M., Jemielity, J., Stepinski, J., Stolarski, R., Darzynkiewicz, E., A direct method for the synthesis of nucleoside 5'-methylenebis(phosphonate)s from nucleosides. *Tetrahedron Letters* 46, 2417-2421 (2005)
4. Zuberek J., Jemielity J., Jablonowska A., Stepinski A., Dadlez M., Stolarski R., Darzynkiewicz E., Influence of electric charge variation at residues 209 and 159 on interaction of eIF4E with the mRNA 5' terminus, *Biochemistry* 43, 5370-5379 (2004)
5. Jemielity J, Fowler T, Zuberek J, Stepinski J, Lewdorowicz M, Niedzwiecka A, Stolarski R, Darzynkiewicz E, Rhoads RE; Novel "anti-reverse" cap analogs with superior translational properties *RNA* 9; 1108-1122 (2003)

Zajęcia dydaktyczne prowadzone dotychczas:

Wykłady: 1/3 Wykładu z biochemii, Chemia bioorganiczna

Pracownie: Pracownia z chemii organicznej dla biologów (Wydział Chemii UW), Pracownia z identyfikacji związków organicznych (Wydział Chemii UW), Pracownia z chemii fizycznej, Pracownia z biochemii,

Inne: Chemia bioorganiczna ćwiczenia rachunkowe

Zajęcia dydaktyczne, które będą prowadzone w ramach nowego kierunku:

Wykłady: Mechanizmy reakcji chemicznych

Pracownie: Pracownia inżynierii genetycznej, Pracownia specjalistyczna II i praca magisterska

5. Imię i nazwisko: **Borys Kierdaszuk**

Stopień naukowy: dr hab. (*doktor habilitowany nauk fizycznych w zakresie biofizyki*)

Kariera naukowa: magisterium 1979, doktorat 1985, habilitacja 1999

1984 – 1985 asystent, Zakład Biofizyki, Wydział Fizyki, UW

1985 – do chwili obecnej - adiunkt, Zakład Biofizyki, Wydział Fizyki, UW

Ważniejsze publikacje naukowe (max.5):

1. Włodarczyk J. and Kierdaszuk B., Interpretation of fluorescence decays using a power-like model. *Biophysical Journal*, 85, 589-598 (2003)
2. Lapinski L., Ramaekers R., Kierdaszuk B., Maes G., Nowak M.J., Photochemical syn-anti isomerisation reactions in N⁴-methoxycytosines. A matrix isolation study. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 163, 489-495 (2004)

3. Dandanell G., Szczepanowski R.H., Kierdaszuk B., Shugar D., Bochtler M., Escherichia coli Purine Nucleoside Phosphorylase II, the product of the xapA gene. *Journal of Molecular Biology*, 348, 113-125 (2005)
4. Włodarczyk J., Kierdaszuk B., Fluorescence decay heterogeneity model based on electron transfer processes in an enzyme-ligand complex. *Acta Physics Polonica*, 107, 883-894 (2005)
5. Lapinski L., Nowak M.J., Sobolewski A., Kierdaszuk B., Photoisomerizations of N⁴-hydroxycytosines *Journal of Physical Chemistry A*, 110:5038–5046 (2006)

Zajęcia dydaktyczne prowadzone dotychczas:

Wykłady: Wstęp do spektroskopii molekularnej, Biofizyka molekularna I, Biofizyka molekularna II, monograficzny: Spektroskopia emisyjna cząsteczek biologicznych i jej zastosowania biomedyczne, Fizyka atomów oraz cząsteczek i makrocząsteczek biologicznych

Pracownie: I Pracownia fizyczna, II Pracownia fizyczna, Pracownia z chemii fizycznej, Pracownia z biochemii, Pracownia z biofizyki molekularnej

Inne: Fizyka z matematyka II ćwiczenia rachunkowe, Opieka nad magistrantami i doktorantami

Zajęcia dydaktyczne, które będą prowadzone w ramach nowego kierunku:

Pracownie: Pracownia biofizyki doświadczalnej, Pracownia specjalistyczna II i praca magisterska

6. Imię i nazwisko: Joanna Kowalska

Stopień naukowy: doktor nauk fizycznych w zakresie biofizyki

Kariera naukowa: licencjat – 2005, Wydział Biologii UW, magisterium – 2006, Wydział Chemii UW, doktorat – 2010, Wydział Fizyki UW

2002 – 2006 Studia międzywydziałowe w ramach MISMaP, UW

2006 – 2010 Studia Doktoranckie, Wydział Fizyki UW

X 2010 – I 2011 – wykładowca, Wydział Fizyki UW, Zakład Biofizyki

Ważniejsze publikacje naukowe (max.5):

1. Kuhn,A.N., Diken,M., Kreiter,S., Selmi,A., Kowalska,J., Jemielity,J., Darzynkiewicz,E., Huber,C., Tureci,O. and Sahin,U. (2010) Phosphorothioate cap analogs increase stability and translational efficiency of RNA vaccines in immature dendritic cells and induce superior immune responses in vivo. *Gene Ther.*
2. Kowalska,J., Lukaszewicz,M., Zuberek,J., Darzynkiewicz,E. and Jemielity,J. (2009) Phosphoroselenoate Dinucleotides for Modification of mRNA 5' End. *Chembiochem.*, **10**, 2469-2473.
3. Kowalska,J., Lukaszewicz,M., Zuberek,J., Ziemniak,M., Darzynkiewicz,E. and Jemielity,J. (2009) Phosphorothioate analogs of m7GTP are enzymatically stable inhibitors of cap-dependent translation. *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, **19**, 1921-1925.
4. Kowalska,J., Lewdorowicz,M., Zuberek,J., Grudzien-Nogalska,E., Bojarska,E., Stepinski,J., Rhoads,R.E., Darzynkiewicz,E., Davis,R.E. and Jemielity,J. (2008) Synthesis and characterization of mRNA cap analogs containing phosphorothioate substitutions that bind tightly to eIF4E and are resistant to the decapping pyrophosphatase DcpS. *RNA.*, **14**, 1119-1131.
5. Grudzien-Nogalska,E., Jemielity,J., Kowalska,J., Darzynkiewicz,E. and Rhoads,R.E. (2007) Phosphorothioate cap analogs stabilize mRNA and increase translational efficiency in mammalian cells. *RNA.*, **13**, 1745-1755.

Zajęcia dydaktyczne prowadzone dotychczas:

Pracownie: Praktikum chemii, Pracownia chemii, Pracownia chemii fizycznej, Pracownia biochemii,

Inne: Chemia Organiczna - ćwiczenia, Chemia Bioorganiczna – ćwiczenia, opieka nad studentami

Zajęcia dydaktyczne, które będą prowadzone w ramach nowego kierunku:

Wykłady: Mechanizmy reakcji chemicznych

7. Imię i nazwisko: **Krystiana Anna Krzyśko**

Stopień naukowy: dr (*doktor nauk chemicznych w zakresie biochemii*)

Kariera naukowa: magisterium 2002, doktorat 2008

2003 - 2006 asystent w Międzynarodowym Instytucie Biologii Molekularnej i Komórkowej w Warszawie

2007 – stanowisko inżynierijno-techniczne w Instytucie Farmaceutycznym w Warszawie

2008 – 2009 staż w CD BioExploratorium UW

2009- do chwili obecnej – wykładowca na Wydziale Fizyki UW, Zakład Biofizyki

Ważniejsze publikacje naukowe (max.5):

1. K. Jozwiak, K.A. Krzyśko, L. Bojarski, M. Gacia and S. Filipek; Molecular Models of the Interface between Anterior Pharynx-Defective Protein 1 (APH-1) and Prosenilin Involving GxxxG Motifs. *Chem Med Chem* 3, 627-634 (2008)
2. K A Krzyśko, M Kolinski and S Filipek; Molecular modelling of the complex of oligomeric rhodopsin and its G protein.; *J. Phys.: Condens. Matter* 19 (2007)
3. S. Filipek, A. Modzelewska and K.A. Krzyśko; Dimerization and oligomerization of rhodopsin and other G protein-coupled receptors, *Molecular Materials with Specific Interactions – Modeling and Design Series: Challenges and Advances In Computational Chemistry and Physics* 4, Sokalski, W. Andrzej (Ed.), ISBN: 978-1-4020-5371-9, Springer, chapter 11 (2006)
4. C. Zekanowski, M.P. Golan, K.A. Krzyśko, D. Religa, W. Lipczyńska-Lojkowska, S. Filipek, A. Kowalska, G. Rossa, B. Peplonska, M. Styczynska, A. Maruszak, M. Wender, J. Kulczycki, M. Barcikowska, and J. Kuznicki; Two novel presenilin-1 gene mutations connected with frontotemporal dementia-like phenotype: genetic and bioinformatic assessment.; *Experim. Neurology*, Jul 200(1) 82-8 (2006)
5. S. Filipek, K.A. Krzyśko, D. Fotiadis, Y. Liang, D.A. Saperstein, A. Engel, K. Palczewski; A concept for G protein activation by G protein-coupled receptor dimers: the transducin/rhodopsin interface. *Photochem Photobiol Sci Jun*; 3(6):628-38 (2004)

Zajęcia dydaktyczne prowadzone dotychczas:

Wykłady: Proseminarium z podstaw chemii (Wydział Chemii UW)

Pracownie: Pracownia Technologii Informacyjnej

Inne: Podstawy HTML (Wydział Polonistyki UW), Ćwiczenia z chemii, Opieka nad licencjatami i magistrantami

Zajęcia dydaktyczne, które będą prowadzone w ramach nowego kierunku:

Pracownie: Pracownia projektowania molekularnego i bioinformatyki, Pracownia specjalistyczna II i praca magisterska

8. Imię i nazwisko: **Maciej Łukaszewicz**

Stopień naukowy: dr (*doktor nauk biologicznych*)

Kariera naukowa: magisterium 2000, doktorat 2004

2000 – 2004 Studia doktoranckie (School of Biosciences, University of Birmingham, Wielka Brytania)

2004 – 2005 Staż podoktorski (School of Biology, University of Leeds, Wielka Brytania)

2006 – 2009 Starszy referent inżynierijno-techniczny, Zakład Biofizyki IFD UW

2009 – do chwili obecnej – wykładowca, Zakład Biofizyki IFD UW

Ważniejsze publikacje naukowe (max.5):

- 1.Kowalska J, Lukaszewicz M, Zuberek J, Darzynkiewicz E, Jemielity J. „Phosphoroselenoate dinucleotides for modification of mRNA 5' end” *ChemBioChem*. Oct 12;10(15):2469-73. (2009).
- 2.Rydzik A, Lukaszewicz M, Zuberek J, Kowalska J, Darzynkiewicz ZM, Darzynkiewicz E and Jemielity J. „Synthetic dinucleotide mRNA cap analogs with tetraphosphate 5',5' bridge, containing methylenebis(phosphonate) modification” *Org. Biomol. Chem.*, Nov 21;7(22):4763-76 (2009).
- 3.Banerjee H, Palenchar J.B, Lukaszewicz M, Bojarska E, Stepinski J, Jemielity J, Guranowski A, Wah D, Darzynkiewicz E and Bellofatto V. „Identification of the HIT-45 protein from *Trypanosoma brucei* as an FHIT protein/dinucleoside triphosphatase: substrate specificity studies on the recombinant and endogenous proteins” *RNA* 15(8):1554-64(2009).
- 4.Kowalska J, Lukaszewicz M, Zuberek J, Ziemniak M, Darzynkiewicz E, Jemielity J. „Phosphorothioate analogs of m⁷GTP are enzymatically stable inhibitors of cap-dependent translation” *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 19, 1921-1925, (2009).
5. Lukaszewicz M, Kostelidou K, Bartosik AA, Cooke GD, Thomas CM, Jagura-Burdzy G. Functional dissection of the ParB homologue (KorB) from IncP-1 plasmid RK2. *Nucleic Acids Res.* 30(4): 1046-55 (2002).

Zajęcia dydaktyczne prowadzone dotychczas:

Wykłady: Wstęp do biologii, Biologia komórki B

Pracownie: Pracownia genetyczna, Pracownia biochemiczna

Zajęcia dydaktyczne, które będą prowadzone w ramach nowego kierunku:

Pracownie: Pracownia inżynierii genetycznej, Pracownia biofizyki doświadczalnej, Pracownia specjalistyczna II i praca magisterska

9. Imię i nazwisko: Ryszard Stolarski

Stopień naukowy: dr hab. (*doktor habilitowany nauk przyrodniczych w zakresie biofizyki*)

Tytuł naukowy: profesor

Kariera naukowa: magisterium 1975, doktorat 1982, habilitacja 1992, tytuł profesora 2006

1975 – do chwili obecnej - pracownik naukowo-dydaktyczny Wydziału Fizyki UW;

1975 – 1982 asystent, Zakład Biofizyki, Wydział Fizyki UW;

1982 – 1993 adiunkt, Zakład Biofizyki, Wydział Fizyki UW

1993 – do chwili obecnej - profesor nadzw. Zakład Biofizyki, Wydział Fizyki UW

1983 – 1985 stypendium im. Alexandra von Humboldta, Uniwersytet. J.W. Goethego, Frankfurt/M, Niemcy

1989 – 1990 stypendium naukowe, Uniwersytet Kalifornijski, San Francisco, USA

Ważniejsze publikacje naukowe (max. 5):

1. R. Stolarski, W. Egan, T.L. James: Solution structure of the EcoRI DNA octamer containing 5-fluorouracil via restrained molecular dynamics using distance and torsion angle constraints extracted from NMR spectral simulations, *Biochemistry* 31, 7027-7042 (1992)
2. A. Niedźwiecka, J. Marcotrigiano, J. Stępiński, M. Jankowska-Anyszka, A. Wysłouch-Cieszyńska, M. Dadlez, A.-C. Gingras, P. Mak, E. Darzynkiewicz, N. Sonenberg, S.K. Burley, R. Stolarski: Biophysical studies of eIF4E cap-binding protein: Recognition of mRNA 5' cap structure and synthetic fragments of eIF4G and 4E-BP1 proteins, *Journal of Molecular Biology* 319, 615-635 (2002)
3. K. Ruszczyńska, K. Kamińska-Trela, J. Wójcik, J. Stępiński, E. Darzynkiewicz, R. Stolarski: Charge distribution in 7-methylguanine regrading cation- π interaction with protein factor eIF4E, *Biophysical Journal* 85, 1450-1456 (2003)
4. R. Worch, R. Stolarski: Stacking efficiency and flexibility analysis of aromatic amino acids in cap-binding proteins, *Proteins: Structure, Function, Bioinformatics* 71, 2026-2037 (2008)
5. R. Worch, A. Niedźwiecka, J. Stępiński, C. Mazza, M. Jankowska-Anyszka, E. Darzynkiewicz, S. Cusack, R. Stolarski: Diverse role of three tyrosines in binding of the RNA 5' cap to the

human nuclear cap binding complex, *Journal of Molecular Biology* 385, 618-627 (2009).

Zajęcia dydaktyczne prowadzone dotychczas:

Wykłady: Spektroskopia molekularna, Biofizyka molekularna I, Biofizyka molekularna II, Biofizyka (dla Wydziału Biologii UW), Struktura i funkcje makrocząsteczek biologicznych
Pracownie: I Pracownia fizyczna, II Pracownia fizyczna, Pracownia chemii fizycznej, Pracownia biofizyczna.

Inne: Fizyka z Matematyką cz.II ćwiczenia do wykładu, opieka nad magistrantami i doktorantami.

Zajęcia dydaktyczne, które będą prowadzone w ramach nowego kierunku II stopień:

Wykłady: Biofizyka doświadczalna, Seminarium biofizyki oraz projektowania molekularnego i bioinformatyki

Pracownie: Pracownia biofizyki doświadczalnej, Pracownia specjalistyczna II i praca magisterska

10. Imię i nazwisko: Beata Wielgus-Kutrowska

Stopień naukowy: dr (doktor nauk fizycznych)

Kariera naukowa: magisterium 1993, doktorat 1999

1993 – 1998 Studia doktoranckie, Zakład Biofizyki, Instytut Fizyki Doświadczalnej, Uniwersytet Warszawski

2000 do chwili obecnej - adiunkt Zakład Biofizyki, Instytut Fizyki Doświadczalnej, Uniwersytet Warszawski,

2003 Staż podoktorski w laboratorium dr. Patricii Clark, University of Notre Dame, Notre Dame, Indiana, USA

Ważniejsze publikacje naukowe (max.5):

1. B. Wielgus-Kutrowska, A. Bzowska, Probing the mechanism of purine nucleoside phosphorylase by steady-state kinetic studies and ligand binding characterization determined by fluorimetric titrations. *Biochim. Biophys. Acta* 1764, 887-902 (2006)
2. A. Bzowska, G. Koellner, B. Wielgus-Kutrowska, A. Stroh, G. Raszewski, A. Holý, T. Steiner, J. Frank, Crystal structure of calf spleen purine nucleoside phosphorylase with two full trimers in the asymmetric unit: important implications for the mechanism of catalysis. *J. Mol. Biol.* 342, 1015-1032 (2004)
3. B. Wielgus-Kutrowska, A. Bzowska, J. Tebbe, G. Koellner and D. Shugar, Purine nucleoside phosphorylase from *Cellulomonas* sp.: physicochemical properties and binding of substrates determined by ligand-dependent enhancement of enzyme intrinsic fluorescence, and by protective effects of ligands on thermal inactivation of the enzyme. *Biochim. Biophys. Acta* 1597, 320-334 (2002)
4. J. Tebbe, A. Bzowska, B. Wielgus-Kutrowska, W. Schröder, Z. Kazimierzczuk, D. Shugar, W. Saenger, W. and G. Koellner, Crystal structures of purine nucleoside phosphorylase (PNP) from *Cellulomonas* sp. and its implications of the molecular mechanism of trimeric PNPs. *J. Mol. Biol.* 294, 1239-1255 (1999)
5. B. Wielgus-Kutrowska, E. Kulikowska, J. Wierzchowski, A. Bzowska and D. Shugar, Nicotinamide riboside - an unusual, non-typical substrate of purified purine nucleoside phosphorylases. *Eur. J. Biochem.* 243, 408-414 (1997)

Zajęcia dydaktyczne prowadzone dotychczas:

Wykłady: Metody biofizyki molekularnej

Pracownie: I Pracownia fizyczna, II Pracownia fizyczna, Pracownia dydaktyki fizyki, Pracownia biochemii, Pracownia biofizyki molekularnej

Inne: Ćwiczenia Wstęp do fizyki I i II, Opieka nad magistrantami

Zajęcia dydaktyczne, które będą prowadzone w ramach nowego kierunku:

Pracownie: Pracownia biofizyki doświadczalnej, Pracownia fizyczna II stopnia, Pracownia

11. Imię i nazwisko: Piotr Suffczyński

Stopień naukowy: dr hab. (*doktor habilitowany nauk fizycznych*)

Kariera naukowa: magisterium 1995, doktorat 2000, habilitacja 2011

2001 – do chwili obecnej – adiunkt na Wydziale Fizyki UW;

2002 – 2004 - staż podoktorski Instytut Epilepsji, Holandia

2009 – 2010 - stypendium fundacji Kosciuszki, The Johns Hopkins Hospital, Baltimore, USA

Ważniejsze publikacje naukowe (max.5):

1. Suffczynski, P., Kalitzin S. & Lopes da Silva, F.H. Dynamics of non - convulsive epileptic phenomena modeled by a bistable neuronal network. *Neuroscience*, 126(2): 467-484, 2004
2. Suffczynski P., Lopes da Silva FH, Parra J., Velis D., and Kalitzin S. Epileptic transitions - model predictions and experimental validation. *J. Clin. Neurophysiol*, 22 (5): 288 - 299, 2005
3. Suffczynski P, Lopes da Silva FH, Parra J, Velis D, Bouwman B, van Rijn CM, van Hese P., Boon P., Khosravani H., Derchansky M., Carlen P. and Kalitzin S. Dynamics of epileptic phenomena determined from statistics of ictal transitions. *IEEE TBME* 53(3): 524-532, 2006.
4. Suffczynski P, Wendling F, Belanger JJ, Lopes da Silva FH. Some insights into computational models of (patho)physiological brain activity. *Proc. IEEE*, 94(4): 784-804, 2006
5. Suffczynski P, Kalitzin S , Lopes da Silva FH, Parra J, Velis D, Wendling F. Active paradigms of seizure anticipation – a computer model evidence for necessity of stimulation. *Phys. Rev E*. 78, 051917, 2008

Zajęcia dydaktyczne prowadzone dotychczas:

Wykłady: Fizyka (dla MSOŚ UW), Bioelektryczność i elementy biocybernetyki, Neurobiologia, Sygnały bioelektryczne, Doświadczalne metody fizyki biologicznej, medycznej i środowiska naturalnego.

Inne: Fizyka I, II, III, V - ćwiczenia do wykładu, Wnioskowanie statystyczne i analiza sygnałów - ćwiczenia do wykładu, opieka nad magistrantami i doktorantami.

Zajęcia dydaktyczne, które będą prowadzone w ramach nowego kierunku II stopień:

Wykłady: Neurobiologia, Modelowanie komputerowe układu nerwowego

12. Imię i nazwisko: Zygmunt Szepliński

Stopień naukowy : dr hab. (*doktor halilitowany nauk fizycznych*)

Kariera naukowa: magisterium 1970, doktorat 1978, habilitacja 1991.

Ważniejsze publikacje naukowe (max 5):

1. Isotopic Composition of High Activity Particles released in the Chernobyl Accident. Experiment and Basic Analysis. S. Osuch, M. Dąbrowska, P. Jaracz, J. Kaczanowski, Le Van Khoi, S. Mirowski, E. Piasecki, G. Szeplińska, Z. Szepliński, J. Tropiło, Z. Wilhelmi. J. Jastrzębski, L. Pieńkowski. *Health Physics*, Vol. 57 (1989) 707
2. Upper Limit of Neutron Emission from the Chemical Reaction of LiD with Heavy Water. Z. Szepliński, M. Kozłowski, S. Osuch, P. Sawicki, G. Szeplińska, Z. Wilhelmi, K.B. Starowieyski, M. Tkacz, *Phys Lett. A*168(1992) 83
3. Biological Effectiveness of ¹²C and ²⁰Ne Ions with Very High LET. J.Czub, D.Banaś, A. Błaszczyk, J. Braziewicz , I. Buraczewska, J. Choiński, U. Górak, M. Jaskóła, A. Korman, A. Lankoff, H. Lisowska, A. Łukaszek, Z. Szepliński, A. Wójcik. *Int. J. Radiat. Biol.* 84(2008)821-829.
4. Cell Survival and Chromosomal Aberrations in CHO-K1 Cells Irradiated by Carbon Ions. J.Czub, D.Banaś, A. Błaszczyk, J. Braziewicz, I. Buraczewska, J. Choiński, U. Górak,

M.Jaskóła, A.Korman, A.Lankoff, H.Lisowska, A.Łukaszek, Z.Szepliński, A.Wójcik
Applied Radiation Isotopes 67(2009)447-453,

5. Książka: *Wstęp do fizyki jadra atomowego i cząstek elementarnych* Ewa Skrzypczak i Zygmunt Szepliński. PWN, Warszawa 1995 wydanie II poprawione PWN, Warszawa 2002.

Zajęcia dydaktyczne prowadzone dotychczas:

Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki, Ćwiczenia rachunkowe z fizyki, ćwiczenia rachunkowe „Wstęp do fizyki jadra atomowego i cząstek elementarnych” Wykład „Fizyka Ia”, Wykład monograficzny „Metody eksperymentalne fizyki jądrowej”, Wykład monograficzny „Fizyka jądrowa w nowoczesnych technologiach i medycynie”

Zajęcia dydaktyczne, które będą prowadzone w ramach nowego kierunku:

Pracownia fizyczna II stopnia, Pracownia specjalistyczna i prace magisterskie

C2. Informacja o infrastrukturze zapewniającej prawidłową realizację celów kształcenia

Sale wykładowe: 11 sal o całkowitej powierzchni 1331 m², sale ćwiczeniowe: 13 sal o całkowitej powierzchni 475 m². Laboratoria studenckie: I Pracownia Fizyczna (35 stanowisk), II Pracownia Fizyczna (41 stanowisk), Pracownia Elektroniczna (28 stanowisk), Pracownia Dydaktyki Fizyki (36 stanowisk), III Pracownia, Pracownia Specjalistyczna. Stanowiska III Pracowni i Pracowni Specjalistycznej znajdują się w zakładach naukowych instytutów prowadzących specjalizacje - ogółem około 80 stanowisk. Dla potrzeb nowego kierunku Wydział utworzył już Pracownię optometrii w trakcie przygotowania są Pracownia optyki geometrycznej i instrumentalnej oraz Pracownia optyki fizjologicznej. Wydział Fizyki zamierza utworzyć Pracownię chemiczną, Pracownię biologii molekularnej, Pracownię biofizyki oraz Laboratorium dozymetrii i ochrony radiologicznej.

Dostęp do komputerów i Internetu: Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego na początku lat 1990 odegrał pionierską rolę we wprowadzaniu Internetu i WWW w Polsce. Obecnie w każdym z siedmiu budynków, w których mieści się Wydział Fizyki, pracownicy i studenci mają dostęp do komputerów połączonych sieciami Ethernet 10/100 Mb/s, które zintegrowane są w jednolitą wydziałową sieć komputerową i połączone z Internetem poprzez dedykowane kanały o dużej przepustowości danych, zestawione w międzykampusowej sieci teleinformatycznej Uniwersytetu Warszawskiego w technologii ATM. W wydziałowej sieci komputerowej znajdują się:

- A. serwery podstawowych usług internetowych, serwery udostępniające zbiory danych i drukarki,
- B. pięć wyspecjalizowanych klastrów obliczeniowych,
- C. około 1000 komputerów przeznaczonych dla pracowników naukowych, studentów wykonujących prace dyplomowe oraz administracji,
- D. dodatkowo 50 komputerów w 4 salach dydaktycznych, 25 komputerów w studenckich pracowniach fizycznych i 48 komputerów w 4 studenckich salach pracy własnej.

Studenci Wydziału mają również dostęp (bezprzewodowy i kablowy) do sieci z własnych komputerów przenośnych, otrzymują indywidualne konta komputerowe z dostępem do poczty elektronicznej i serwisów informacyjnych uczelni (w tym systemu obsługi studiów USOS, katalogów bibliotecznych i czasopism), mogą tworzyć własne strony WWW i pracować z wykorzystaniem różnego oprogramowania (w tym pakietów *Mathematica*, *Matlab*, *Maple*). Wykorzystywane są systemy operacyjne *GNU/Linux* i *Microsoft Windows* (w ramach wydziałowej licencji MSDN).

C3. Informacja o dostępie do biblioteki wyposażonej w literaturę związaną z nowym kierunkiem

Studenci Wydziału Fizyki mają bezpośredni i elektroniczny dostęp do Biblioteki Uniwersyteckiej w Warszawie. Księgozbiór niezbędny zarówno do pracy badawczej jak i studiów znajduje się w bibliotekach jednostek wydziałowych (w nawiasach podano liczbę miejsc w czytelnii):

- 6. Biblioteka naukowa (Biblioteka Instytutu Fizyki Teoretycznej im. W. Rubinowicza) (40)
- 7. Biblioteka studencka (Biblioteka Instytutu Fizyki Doświadczalnej) (29)

8. Biblioteka Obserwatorium Astronomicznego (20)

9. Biblioteka Instytutu Geofizyki (16)

10. Biblioteka Dydaktyczna (2)

Wielkość księgozbiorów na koniec 2010 roku przedstawiała się następująco:

	Książki	Czasopisma	Zbiory specjalne	Razem
Biblioteka IFT - naukowa	32 785	30 732 ¹⁾	498	64 015
Biblioteka IFD – studencka ¹⁾	27 784	5 326	-	33 110
Biblioteka IGF ¹⁾	4 041	-	837	4 878
Razem	64 610	36 058	1 335	102 003

¹⁾ Dane na koniec roku 2009

Studenci i pracownicy Wydziału Fizyki mają dostęp do pełnotekstowych elektronicznych wersji około 5 135 tytułów czasopism naukowych z fizyki, biologii i chemii i dziedzin pokrewnych oraz 50 baz danych: MEDLINE, INSPEC, SCI-Ex Science Citation Index, Scopus (Elsevier). Elektroniczne bazy danych (czasopisma i bazy bibliograficzne) dostępne są ze wszystkich komputerów na Wydziale oraz z komputerów domowych pracowników i studentów posiadających uniwersytecką elektroniczną kartę biblioteczną BUW (dostęp poprzez numer i hasło karty). W bibliotekach Wydziału użytkownicy dysponują 15 terminalami komputerowymi zapewniającymi dostęp do wszystkich abonowanych baz danych i umożliwiającymi drukowanie artykułów na miejscu lub zapisywanie ich na nośnikach elektronicznych. Większość zbiorów bibliotecznych została już wprowadzona do katalogu elektronicznego (w tym 100% zbiorów Biblioteki IFT). Dla około 80% książek elektroniczne opisy bibliograficzne uzupełnione zostały o hasła przedmiotowe języka KABA.

W zgrupowaniu ochockim UW, gdzie odbywać się będzie duża część zajęć w ramach proponowanego kierunku, zlokalizowane są biblioteki Wydziału Chemii UW, Wydziału Biologii UW, Instytutu Biologii Doświadczalnej PAN oraz Instytutu Biochemii i Biofizyki PAN. W bibliotekach tych znajduje się księgozbiór z zakresu biologii i chemii niezbędny zarówno do pracy badawczej jak i studiów osobom podejmującym naukę na nowym kierunku studiów.

C5. Informacja o liczbie studentów stacjonarnych i niestacjonarnych oraz proporcji - na każdym prowadzonych przez jednostkę studiach.

Aktualnie (stan na koniec roku 2010) na Wydziale studiuje 740 osób. Wydział Fizyki UW nie prowadzi studiów niestacjonarnych.

E1. Uchwała(y) rady wydziału/rad wydziałów/rady międzywydziałowej jednostki organizacyjnej wnioskująca(e) do Senatu UW o nowy kierunek studiów oraz Porozumienia: załącznik E:

[Jak będzie uchwała Rady Wydziału]

OBSADA ZAJĘĆ

Specjalność **Biofizyka molekularna**

D. Przedmioty podstawowe

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	prowadzący
Pracownia fizyczna II stopnia A i B ¹⁾	90	kursowa Wydział Fizyki
Pracownia biofizyki doświadczalnej	105	prof. R. Stolarski
Biofizyka doświadczalna ²⁾	60	prof. R. Stolarski
Elementy matematyki współczesnej	90	dr K. Grabowska (KMMF)
Neurobiologia	30	dr hab. P. Suffczyński
Łącznie:	375	

E. Przedmioty kierunkowe

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	prowadzący
Molekularna mechanika kwantowa ²⁾	60	prof. L. Piela (W. Chemii UW)
Współczesne metody doświadczalne fizyki materii skondensowanej i optyki ¹⁾	60	kursowy Wydział Fizyki
Termodynamika fenomenologiczna	60	kursowy Wydział Fizyki
Proseminarium studenckie ²⁾	30	dr A. Modrak-Wójcik
Podstawy medycyny molekularnej ³⁾	60	jak na makrokierunku BiBS, prof. nauk medycznych Paweł Grieb i drugi specjalista z IMDiK PAN, koordynator prof. B. Lesyng
Bioinformatyka i modelowanie ²⁾	60	dr hab. Joanna Trylska (ICM UW)
Seminarium biofizyki oraz projektowania molekularnego i bioinformatyki	30	prof. R. Stolarski i/lub prof. B. Lesyng
Mechanizmy reakcji chemicznych	60	dr J. Jemielity
Genomika i inżynieria genetyczna	60	prof. K. Staroń (W. Biologii UW)
Pracownia inżynierii genetycznej	75	dr M. Łukaszewicz
Pracownia specjalistyczna II i praca magisterska	240	opiekun pracy w Zakładzie Biofizyki
Łącznie:	795	

F. Przedmioty dodatkowe

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	prowadzący
Przedmiot do wyboru z listy wydziałów matematyczno-Przyrodniczych	30	UW
Przedmioty ogólnouniwersyteckie	60	UW
Łącznie:	90	

Razem **120** ECTS, **1260** godzin

¹⁾ przedmiot wspólny ze studiami II stopnia kierunku fizyka; wybrane ćwiczenia

²⁾ przedmioty wspólne ze specjalnością „Biofizyka”, studia II stopnia na Wydziale Fizyki

³⁾ przedmioty wspólne z makrokierunkiem „Bioinformatyka i biologia systemów”

Specjalność Projektowanie molekularne i bioinformatyka

A. Przedmioty podstawowe

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	prowadzacy
Pracownia projektowania molekularnego i bioinformatyki	120	prof. B. Lesyng, dr K. Krzyško, mgr P. Daniluk i/lub dr Franciszek Rakowski (ICM UW) dr Magdalena Gruzziel (ICM UW)
Projektowanie leków ²⁾	60	jak na makrokierunku BiBS prof. P. Zielenkiewicz, dr P. Siedlecki (W. Biologii i IBB PAN) i/lub dr. K. Krzyško
Algorytmika i programowanie – kurs wyrównawczy	60	mgr P. Daniluk (po obronie doktoratu) albo informatyk z W.MIMUW
Neurobiologia	30	dr hab. P. Suffczyński
Łącznie:	270	

B. Przedmioty kierunkowe

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	prowadzacy
Metody matematyczne i obliczeniowe fizyki	90	dr hab. E. A. Bartnik (IFT)
Fizyka statystyczna	60	prof. B. Cichocki (IFT)
Stochastyczny opis fizycznych zjawisk (Stochastic description of physical phenomena)	60	prof. B. Cichocki (IFT)
Molekularna mechanika kwantowa ¹⁾	60	prof. L. Piela (W. Chemii UW)
Metody biologii strukturalnej ²⁾	60	jak na makrokierunku BiBS, prof. K. Woźniak, dr hab. W. Koźmink, dr. hab. W. Dzwolak (W. Chemii UW)
Metody wirtualnej rzeczywistości w modelowaniu układów biomolekularnych ²⁾	60	prof. B. Lesyng, mgr P. Daniluk (po obronie doktoratu) dr. M. Gruzziel (ICM UW)
Metody modelowania matematycznego i komputerowego w naukach przyrodniczych	60	prof. B. Lesyng i/lub dr hab. A. Bartnik (IFT)
Podstawy medycyny molekularnej ²⁾	60	jak na makrokierunku BiBS, prof. nauk medycznych Paweł Grieb i drugi specjalista z IMDiK PAN, koordynator prof. B. Lesyng
Technologie w skali genomowej ²⁾	90	jak na makrokierunku BiBS – wykład i pracownia składane: prof. M. Dadlez, dr M. Prymakowska-Bosak, dr R. Iwanicka-Nowicka (W. Biologii UW i IBB PAN)
Proseminarium studenckie ¹⁾	30	dr Anna Modrak-Wójcik
Modelowanie złożonych systemów biologicznych ²⁾	90	jak na makrokierunku BiBS koordynator prof. J. Turyn (W. MIM UW); prof. Piotr Zielenkiewicz (Biologia), dr Bartosz Wilczyński (MIMUW)
Seminarium biofizyki oraz projektowania molekularnego i bioinformatyki	30	prof. R. Stolarski i/lub prof. B. Lesyng
Pracownia specjalistyczna II i praca magisterska	240	opiekun pracy w Zakładzie Biofizyki
Łącznie:	990	

C. Przedmioty dodatkowe

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	prowadzacy
Przedmioty ogólnouniwersyteckie	60	UW
Łącznie:	60	

Razem **120** ECTS , **1320** godzin

¹⁾ przedmioty wspólne ze specjalnością „Biofizyka molekularna”

²⁾ przedmioty wspólne z makrokierunkiem „Bioinformatyka i biologia systemów”

Specjalność **Neuroinformatyka**

A. Przedmioty podstawowe

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	prowadzący
Wstęp do biofizyki ¹⁾	60	kursowy Wydział Fizyki
Modelowanie matematyczne procesów w biologii i medycynie	60	dr J. Żygierewicz
Modelowanie komputerowe układu nerwowego	60	dr hab. P. Suffczyński
Statystyka II	90	dr hab. E. Bartnik (IFT)
	270	

B. Przedmioty kierunkowe

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	prowadzący
Współczesne metody doświadczalne fizyki materii skondensowanej	60	kursowy Wydział Fizyki
Wybrane aspekty fizyki współczesnej	90	kursowy Wydział Fizyki
Termodynamika fenomenologiczna	60	kursowy Wydział Fizyki
Programowanie zaawansowane	60	dr. R. Wysocki
Elektrodynamika dla Neuroinformatyków	60	dr hab. M. Kamiński (IFT)
Proseminarium magisterskie	30	Zakład Fizyki Biomedycznej
Praca magisterska	240	opiekun pracy
Seminarium fizyki biomedycznej	120	Zakład Fizyki Biomedycznej
	720	

C. Przedmioty dodatkowe

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	prowadzący
Przedmioty do wyboru z listy wydziałów matematyczno-przyrodniczych	150	UW
Przedmioty ogólnouniwersyteckie	120	UW
	270	

Razem **120 ECTS, 1260** godzin

Specjalność Fizyka medyczna

A. Przedmioty podstawowe

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	prowadzący
Pracownia fizyczna II A, B	90	kursowa Wydział Fizyki
Pracownia sygnałów bioelektrycznych	60	Zakład Fizyki Biomedycznej
Statystyka II	90	dr hab. E. Bartnik (IFT)
Wstęp do biofizyki	60	kursowy Wydział Fizyki
Neurobiologia	30	dr hab. P. Suffczyński
	330	

B. Przedmioty kierunkowe

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	prowadzący
Fizyczne podstawy radioterapii	60	prof. P. Kukołowicz (Centrum Onkologii)
Współczesne metody doświadczalne fizyki materii skondensowanej i optyki	60	kursowy Wydział Fizyki
Wybrane aspekty fizyki współczesnej	90	kursowy Wydział Fizyki
Termodynamika fenomenologiczna	60	kursowy Wydział Fizyki
Modelowanie matematyczne procesów w biologii i medycynie	60	dr J. Żygierewicz
Staż z diagnostyki radiacyjnej	90	dr K. Kacperski (Centrum Onkologii)
Planowanie radioterapii	60	mgr D. Garmol (Centrum Onkologii)
Seminarium fizyki biomedycznej	120	Zakład Fizyki Biomedycznej
Proseminarium magisterskie	15	Zakład Fizyki Biomedycznej
Pracownia specjalistyczna i praca magisterska	240	opiekun pracy
	855	

C. Przedmioty dodatkowe

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	prowadzący
Przedmioty ogólnouniwersyteckie (do wyboru)	60	UW
Przedmioty do wyboru z listy wydziałów matematyczno-przyrodniczych lub dozymetria	60	UW
	120	

Razem **120** ECTS, **1305** godzin.

Załącznik E

– Załącznik nr 1
– do Protokołu posiedzenia Rady Wydziału Fizyki UW
– z dnia 14 lutego 2011 r.



Uchwała Rady Wydziału Fizyki UW
Nr 15/2010/2011
z dnia 14 lutego 2011 r.
w sprawie wniosku o otwarcie Studiów II stopnia
na kierunku Zastosowania Fizyki w Biologii i Medycynie w roku akad. 2012/2013

Rada Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego zwraca się do Senatu Uniwersytetu Warszawskiego o otwarcie Studiów II stopnia na kierunku Zastosowania Fizyki w Biologii i Medycynie w roku akad. 2012/2013

Treść wniosku stanowi [załącznik](#) do niniejszej Uchwały.

DZIEKAN

Prof. dr hab. Teresa Rząca-Urban