

# BIOFIZYKA

Informator  
dla licealistów



## Czym jest BIOFIZYKA?

Biofizyka jest dyscypliną nauki, która stosuje prawa oraz metodologię znane z fizyki do opisu układów biologicznych oraz do lepszego zrozumienia, jak owe układy działają.

Zjawiska fizyczne przebiegają zarówno w układach nieożywionych jak i ożywionych, jednak biofizyka zajmuje się tylko zjawiskami fizycznymi zachodzącymi w organizmach żywych.

Obrazowo można powiedzieć, że biofizyka stanowi spoiwo między fizyką a biologią – łączy te dwie dziedziny i podaje sposób, w jaki należy wyrażać wyrafinowaną złożoność życia w języku uniwersalnych, eleganckich praw fizyki.

Układy biologiczne, o których była mowa wyżej, dotyczą różnych poziomów organizacji materii, a tym samym zajmują różne miejsca na skali przestrzennej. Jako układ można rozpatrywać zarówno pojedynczą cząsteczkę czy makrocząsteczkę, jak również komórkę, tkankę, cały organizm czy nawet ekosystem.

Metody wykorzystywane w biofizyce to zarówno eksperyment jak i modelowanie (uproszczony model rzeczywistego, skomplikowanego układu, łatwiej poddaje się analizie). Podobnie jak w fizyce, obowiązują tu: sprzężenie między teorią a eksperymentem i ścisłe, ilościowe formułowanie wniosków.

Warto dodać, że biofizyka, jako dyscyplina naukowa, przypisywana jest równolegle do różnych dziedzin – do nauk fizycznych oraz do nauk biologicznych. To wyraźnie wskazuje, że ma ona typowo interdyscyplinarny charakter.

Na koniec, dobrze jest zdać sobie sprawę z tego, że wraz z dynamicznym rozwojem nauk przyrodniczych i ścisłych, który pozwolił odkryć prawdziwą istotę zjawisk, skądinąd obserwowanych nieraz od stuleci, wyraźne granice pomiędzy poszczególnymi dyscyplinami zaczęły się coraz bardziej zacierać i obecnie mają one często znaczenie umowne.

## Czym zajmują się BIOFIZYCY?

Biofizycy starają się odpowiedzieć na takie, między innymi, pytania:

- jak mózg gromadzi i przetwarza informacje (jaki jest mechanizm przesyłania, interpretacji i koordynacji impulsów nerwowych)
- czym jest świadomość oraz inteligencja
- co powoduje, że białka przyjmują taką, a nie inną strukturę przestrzenną i dzięki temu spełniają w organizmie określone funkcje
- w jaki sposób komórki roślinne wychwytyują światło słoneczne i wykorzystują jego energię do tworzenia związków organicznych
- na czym dokładnie polega proces skurczu mięśni
- na czym opiera się transport wewnątrzkomórkowy
- co wywołuje ruch i przemieszczanie się komórek, dzięki czemu są one w stanie porozumiewać się i odbierać bodźce ze środowiska
- dlaczego komórki przechodzą różnicowanie
- jak promieniowanie X, gamma, cząstki elementarne oddziałują na składniki komórki, tkanki, całe organizmy
- dzięki czemu ptaki migrujące nie gubią się na trasie
- jaka jest mechanika przepływu krwi, lotu zwierząt, poruszania się człowieka.

Biofizycy pracują nad rozwojem oraz udoskonaleniem technologii pozwalających na obrazowanie żywych organizmów.

Stosując modelowanie komputerowe biofizycy są w stanie przewidzieć kształt białek, wskazać obszary, które mają największy wpływ na zachowanie danej makrocząsteczki, wytypować struktury przestrzenne, dzięki którym określony związek najlepiej sprawdzi się jako lek.

Biofizycy wymyślają sposoby, dzięki którym rozmaite związki (mało- i wielkocząsteczkowe) mogą zostać wykorzystane w leczeniu różnych chorób, w tym nowotworowych.

## Predyspozycje do studiowania BIOFIZYKI

Do studiowania biofizyki potrzebne jest zamiłowanie do fizyki, idąca z tym w parze znajomość matematyki oraz zainteresowanie problemami współczesnej biologii.

Równie przydatne są ciekawość naukowa, czerpanie przyjemności z rozwiązywania zagadek, myślenie analityczne, żytka badacza-doświadczalnika.

## Co składa się na studia z BIOFIZYKI?

Studia z biofizyki różnią się w zależności od miejsca (uczelni, wydziału), w którym są prowadzone. Może to dotyczyć ilości czasu przeznaczanego na wykłady oraz zajęcia laboratoryjne, liczby godzin przypisanej do przedmiotów podstawowych (stanowiących bazę kształcenia), jak również tematyki poruszanej w obrębie przedmiotów specjalistycznych. Jednak najistotniejsze różnice wynikają z tego, co autorzy programu studiów stawiają w centrum zainteresowania – technikę badawczą czy problem biologiczny.

Pomijając wspomniane rozbieżności, osoby wybierające się na ten kierunek mogą liczyć na to, że w programie ich studiów znajdą się z pewnością:

### fizyka

mechanika  
elektryczność i magnetyzm  
optyka,  
termodynamika,  
fizyka kwantowa

### biologia

biologia komórki  
biologia molekularna  
genetyka  
fizjologia  
mikrobiologia  
immunologia

### chemia

organiczna  
nieorganiczna  
fizyczna

### biofizyka

### Biochemia

### matematyka

matematyka wyższa  
statystyka

### informatyka

programowanie

### język angielski

### bioetyka

oraz wiele dodatkowych zajęć, dzięki którym można się dowiedzieć jakimi metodami bada się obecnie organizmy żywe, na jakich zasadach działa zaawansowana aparatura pomiarowo-badawcza, w jaki sposób modeluje się układy biologiczne, jak planuje i przeprowadza się doświadczenia naukowe.

## Co daje studiowanie BIOFIZYKI?

Na studiach z biofizyki zdobywa się trzy istotne atuty. Są to:

**kompetencje uniwersalne**

**gruntowne podstawy nauk ścisłych i nauk o życiu**

**specjalistyczna wiedza oraz umiejętności z zakresu biofizyki**

**Kompetencje uniwersalne** nabyte na studiach są cenione przez pracodawców i przydatne w wielu branżach na stanowiskach wyższego szczebla. Wśród nich na uwagę zasługują w szczególności:

- umiejętności analityczne
- dobre zarządzanie czasem
- kreatywne myślenie
- planowanie
- rozwiązywanie problemów
- umiejętność programowania
- biegłość w obsłudze narzędzi informatycznych
- pisanie raportów i analiz
- tworzenie prezentacji
- precyzyjność wypowiedzi.

**Znajomość podstaw nauk ścisłych i nauk o życiu** jest przepustką, do podjęcia studiów II stopnia na bardzo wielu kierunkach, nie tylko na biofizyce. Zapewnia to dużą elastyczność w wyborze dalszej specjalizacji oraz otwiera wiele możliwości rozwoju kariery zawodowej.

**Specjalistyczna wiedza oraz umiejętności z zakresu biofizyki** pozwalają zajmować się ważnymi, trudnymi, często kluczowymi dla ludzkości problemami. Odkrycia, których dokonują biofizycy wpływają na kształt współczesnej medycyny, farmakologii, energetyki, ochrony środowiska. Tematyka badań biofizycznych dotyczy między innymi diagnostyki i terapii nowotworów, tworzenia nowych leków, funkcjonowania maszyn molekularnych, przetwarzania informacji, obrazowania organizmów, sygnalizacji międzykomórkowej i wewnątrzkomórkowej, wydajności przemian energetycznych, bioróżnorodności, historii życia na Ziemi.

## Historia BIOFIZYKI w pigułce

Biofizyka jest młodą gałęzią nauki, która jako osobna dyscyplina rozwinęła się w pierwszej połowie XX wieku. Jej prekursorów możemy jednak znaleźć znacznie wcześniej.

Już starożytni greccy filozofowie zastanawiali się nad istotą życia. I tak np. Heraklit z Efezu w V wieku p.n.e. postulował, że powstaje ono w oparciu o ogień, wodę i ziemię. W dobie renesansu artysta i konstruktor Leonardo da Vinci badał mechaniczne własności lotu ptaków i na tej podstawie tworzył modele latających maszyn. W XVIII wieku, włoski lekarz Luigi Galvani badając skurcz mięśni u żaby potwierdził istnienie zjawisk elektrycznych w tkankach zwierzęcych. Mocne podwaliny pod powstanie biofizyki położyli w XIX wieku niemieccy naukowcy z tzw. szkoły berlińskiej – Hermann von Helmholtz, Emil DuBois-Reymond, Ernst von Brücke i Carl Ludwig. Chcieli oni uprawiać fizjologię wyłącznie na gruncie nauk ścisłych, dystansując się tym samym od nurtów witalistycznych. W korespondencji między nimi można znaleźć następujące zdanie „... zaprzysięgliśmy udowodnić prawdę, że w organizmie nie działają żadne inne siły, jak tylko fizyczno-chemiczne”.

Biofizyka nie mogła by się rozwinąć bez badań fizyko-chemicznych dotyczących osmozy, dyfuzji, przebiegu reakcji chemicznych oraz termodynamiki. Kolejnego impetu badaniom biofizycznym dostarczyło odkrycie w roku 1895 przez niemieckiego fizyka Wilhelma Röntgena promieniowania X. Doprowadziło ono m.in. do powstania zupełnie nowych narzędzi diagnostycznych (prześwietlanie ciała) oraz terapii (radioterapia) dla medycyny, jak również umożliwiło poznanie w roku 1953 struktury DNA (w badaniach dotyczących DNA wykorzystano technikę rentgenografii strukturalnej).

Termin biofizyka został po raz pierwszy użyty w 1892 roku w książce angielskiego matematyka Karla Pearsona pt. „The grammar of science” (Pearson podkreślał wagę ujęcia ilościowego w badaniach biologicznych i przyczynił się do powstania nowoczesnej statystyki).

Przełomowym momentem w historii biofizyki było opublikowanie w roku 1944 przez austriackiego fizyka Erwina Schrödingera książki pt. „What is life?”. Zawarł on w niej tezę, że życie można ujmować w kategoriach przechowywania i przekazywania informacji biologicznej. Książka ta zainicjowała również dyskusję nad termodynamiką układów ożywionych (traktowanych od tej chwili jako otwarte, nierównowagowe i nieliniowe).

Jak widać, głównymi bohaterami powyższej opowieści są lekarze, fizycy i chemicy. Współcześnie nazwalibyśmy ich jednak biofizykami, gdyż

**główną cechą biofizyka jest zdolność do zdefiniowania problemu biologicznego, a następnie podzielenia go na części, które można zinterpretować w kategorii wielkości fizycznych i praw ilościowych, dających się wyrazić za pomocą odpowiednich wzorów matematycznych oraz zweryfikować w drodze eksperymentu.**

## **Gdzie można wykorzystać wiedzę i umiejętności nabyte w trakcie studiów z BIOFIZYKI?**

Wachlarz miejsc, w których biofizycy znajdują zatrudnienie jest bardzo szeroki.

Wynika to w dużej mierze z uniwersalności oraz interdyscyplinarności ich wykształcenia.

### **Uniwersytety**

stanowiska techniczne, naukowe i dydaktyczne, praca badawcza, nauczanie

### **Instytuty badawcze**

stanowiska techniczne i naukowe, praca badawcza

### **Firmy farmaceutyczne**

działy badań i rozwoju, projektowanie nowych leków, badania nad chorobami, stanowiska techniczne, badawcze, menadżerskie

### **Firmy biotechnologiczne**

działy badań i rozwoju, praca badawcza, opracowywanie produktów, udoskonalanie technologii, stanowiska techniczne, badawcze, menadżerskie

### **Przedsiębiorstwa produkujące aparaturę badawczą i diagnostyczną**

tworzenie nowych przyrządów oraz oprogramowania do ich obsługi, testowanie/serwisowanie sprzętu, stanowiska techniczne, specjalistyczne, menadżerskie

### **Sprzedaż i marketing**

stanowiska specjalistów ds. sprzedaży/doradców klientów w firmach z sektora *life science*, przedsiębiorstwach produkujących i sprzedających aparaturę wysokich technologii

### **Wydawnictwa naukowe, czasopisma**

redagowanie, korekta, recenzowanie tekstów naukowych

### **Media**

popularyzacja nauki

### **Firmy prawnicze i konsultingowe, biura patentowe, instytucje rządowe**

doradztwo specjalistyczne, pisanie ekspertyz, opiniowanie projektów



UNIWERSYTET  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

## Wydział Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii

ul. Gronostajowa 7, 30-387 Kraków

tel.: 12 664 60 00, 12 664 54 51

e-mail: student.wbbib@uj.edu.pl

**wbbib.uj.edu.pl**  
**rekrutacja.uj.edu.pl**  
**irk.uj.edu.pl**

W przygotowanie Informatora zaangażowani byli pracownicy Wydziału Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii Uniwersytetu Jagiellońskiego, którzy skorzystali między innymi z następujących źródeł:

- hasło „biophysics” w internetowym wydaniu Encyclopædia Britannica [<https://www.britannica.com/science/biophysics>]
- Feliks Jaroszczyk (red.), *Biofizyka*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL 2008
- Roland Glaser, *Biophysics. An Introduction*, Springer 2012
- strona internetowa Biophysical Society [<https://www.biophysics.org>]
- materiały przygotowane do kursu pt. *Między biologią a fizyką* prowadzonego przez dr. hab. Przemysława M. Płonkę dla studentów Wydziału Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii UJ.