

Załącznik nr 3

do uchwały nr 29 Senatu Uniwersytetu Warszawskiego z dnia 17 marca 2021 r. w sprawie zmiany uchwały nr 414 Senatu Uniwersytetu Warszawskiego z dnia 8 maja 2019 r. w sprawie programów studiów na Uniwersytecie Warszawskim

„Załącznik nr 12

do uchwały nr 414 Senatu Uniwersytetu Warszawskiego z dnia 8 maja 2019 r. w sprawie programów studiów na Uniwersytecie Warszawskim

**PROGRAM STUDIÓW**  
**bioinformatyka i biologia systemów**

nazwa kierunku studiów	bioinformatyka i biologia systemów
nazwa kierunku studiów w języku angielskim / w języku wykładowym	Bioinformatics and Systems Biology
język wykładowy	polski
poziom kształcenia	studia pierwszego stopnia
poziom PRK	6 poziom
profil studiów	profil ogólnoakademicki
liczba semestrów	6
liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów	180 ECTS
forma studiów	studia stacjonarne
tytuł zawodowy nadawany absolwentom (nazwa kwalifikacji w oryginalnym brzmieniu, poziom PRK)	licencjat
liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia	120 ECTS
liczba punktów ECTS w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych (nie mniej niż 5 ECTS)	5 ECTS

**Przyporządkowanie kierunku studiów do dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, w których prowadzony jest kierunek studiów**

<b>Dziedzina nauki</b>	<b>Dyscyplina naukowa</b>	<b>Procentowy udział dyscyplin</b>	<b>Dyscyplina wiodąca (ponad połowa efektów uczenia się)</b>
nauki ścisłe i przyrodnicze	informatyka	60%	informatyka
nauki ścisłe i przyrodnicze	nauki biologiczne	20%	
nauki ścisłe i przyrodnicze	nauki fizyczne	5%	
nauki ścisłe i przyrodnicze	matematyka	15%	
<b>Razem:</b>	-	100%	-

**Efekty uczenia się zdefiniowane dla programu studiów odniesione do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji dla kwalifikacji na poziomach 6-7 uzyskiwanych w ramach systemu szkolnictwa wyższego i nauki po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 4**

<b>Symbol efektów uczenia się dla programu studiów</b>	<b>Efekty uczenia się</b>	<b>Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK</b>
<b>Wiedza: absolwent zna i rozumie</b>		
K_W01	w zaawansowanym stopniu podstawowe pojęcia fizyczne i chemiczne w zakresie koniecznym do zrozumienia podstawowych zjawisk i procesów biologicznych i biochemicznych oraz ich zastosowania w metodologii badawczej	P6S_WG
K_W02	różnorodność biologiczną i różne poziomy jej organizacji, zjawiska i procesy zachodzące na poziomie osobnika, populacji oraz interakcje międzygatunkowe	P6S_WG

K_W03	sposób przepływu informacji genetycznej i ich regulacji, reguły dziedziczenia, podstawy inżynierii genetycznej oraz prawidłowości kierujące ewolucją życia i organizmów	P6S_WG
K_W04	budowę i funkcjonowanie struktur komórkowych i najważniejsze zależności funkcjonalne zarówno między składowymi komórki, jak i między komórkami	P6S_WG
K_W05	w zaawansowanym stopniu podstawowe pojęcia z zakresu genomiki i proteomiki	P6S_WG
K_W06	podstawowe pojęcia z zakresu analizy matematycznej, algebry, matematyki dyskretnej, metod probabilistycznych i statystyki	P6S_WG
K_W07	wybrane modele matematyczne nauk przyrodniczych z czasem ciągłym i dyskretnym i metody ich badania	P6S_WG
K_W08	podstawy statystycznej analizy danych (model statystyczny, estymacja, testowanie hipotez statystycznych, regresja) oraz algorytmy uczenia maszynowego	P6S_WG
K_W09	zasady funkcjonowania arytmetyki komputerów oraz wybrane pojęcia z zakresu analizy numerycznej	P6S_WG
K_W10	wybrane algorytmy rozwiązywania podstawowych problemów obliczeniowych oraz wybrane biblioteki numeryczne	P6S_WG
K_W11	w zaawansowanym stopniu podstawowe konstrukcje programistyczne (przypisanie, instrukcje sterujące, wywoływanie podprogramów i przekazywanie parametrów) oraz pojęcia składni i semantyki języków programowania	P6S_WG
K_W12	podstawowe metody projektowania, analizowania i programowania algorytmów ze szczególnym uwzględnieniem algorytmów tekstowych i grafowych oraz algorytmów stosowanych w biologii obliczeniowej	P6S_WG
K_W13	podstawowe struktury danych i wykonywane na nich operacje (reprezentacja danych liczbowych, tablice, napisy, zbiory, rekordy, pliki, wskaźniki i referencje, struktury wskaźnikowe, listy, stosy, kolejki, drzewa i grafy)	P6S_WG

K_W14	wybrane paradygmaty programowania (imperatywny, obiektowy, skryptowy, maszyna wirtualna)	P6S_WG
K_W15	w zaawansowanym stopniu metody projektowania i programowania obiektowego i związane z nimi pojęcia (kapsułkowanie i ukrywanie informacji, klasy i podklasy, dziedziczenie, polimorfizm, hierarchie klas)	P6S_WG
K_W16	bazy danych dla biologii molekularnej i biotechnologii i metody korzystania z nich, algorytmy i narzędzia informatyczne służące do operacji na sekwencjach nukleotydowych i białkowych	P6S_WG
K_W17	prawne i społeczne aspekty bioinformatyki, w tym odpowiedzialności zawodowej i etycznej, kodeksów etycznych i podstaw własności intelektualnej,	P6S_WK
<b>Umiejętności: absolwent potrafi</b>		
K_U01	wykorzystywać podstawowe narzędzia matematyczne i informatyczne do opisu oraz interpretacji zjawisk i procesów biologicznych	P6S_UW,
K_U02	stosować podstawowe techniki i narzędzia badawcze w zakresie biologii ze szczególnym uwzględnieniem biochemii, fizyki i biologii molekularnej	P6S_UW
K_U03	stosować różne techniki analizy danych, w tym pochodzących z technologii wielkoskalowych i syntezywać wyniki w kontekście problemu biologicznego lub bioinformatycznego	P6S_UW, P6S_UK
K_U04	pisać, uruchamiać i testować programy w wybranych językach skryptowych, imperatywnych i obiektowych oraz wykorzystywać je do przetwarzania danych biologicznych ma umiejętność budowy prostych systemów bazodanowych	P6S_UW
K_U05	wykorzystywać narzędzia bioinformatyczne do rozwiązywania problemów biologicznych i bioinformatycznych	P6S_UW
K_U06	projektować i wykorzystywać algorytmy i struktury danych oraz analizować je pod kątem poprawności i złożoności obliczeniowej	P6S_UW

K_U07	stosować podstawowe metody, techniki i narzędzia do rozwiązywania prostych zadań z zakresu eksploracji i baz danych biologicznych	P6S_UW
K_U08	projektować i tworzyć oprogramowanie komputerowe zgodnie z zadaną specyfikacją, używając właściwych metod, technik i narzędzi	P6S_UW
K_U09	dokonać analizy funkcjonalności i analizy wymagań systemów informatycznych	P6S_UW
K_U10	posługiwać się przyjętymi formatami reprezentacji różnego rodzaju danych stosownie do sytuacji (liczby, tablice, tekst) pamiętając o ich ograniczeniach, np. związanych z arytmetyką komputera	P6S_UW
K_U11	stworzyć model obiektowy prostego systemu (np. w języku UML)	P6S_UW
K_U12	posługiwać się wybranym językiem obcym na poziomie średnio zaawansowanym oraz językiem angielskim w stopniu umożliwiającym czytanie ze zrozumieniem dokumentacji oprogramowania, podręczników i artykułów bioinformatycznych	P6S_UW
K_U13	porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach, w tym w języku obcym oraz z wykorzystaniem narzędzi bioinformatycznych	P6S_UK
K_U14	opisywać systemy informatyczne i bioinformatyczne w sposób zrozumiały dla laika	P6S_UK, P6S_UW
K_U15	stworzyć opracowanie dotyczące problematyki z dziedziny bioinformatyki z użyciem narzędzi informatycznych	P6S_UK, P6S_UW
K_U16	posługiwać się co najmniej jednym językiem obcym na poziomie średniozaawansowanym (B2)	P6S_UK
K_U17	pracować indywidualnie i w zespole nad wszelkimi projektami, które mają długofalowy charakter	P6S_UO
K_U18	dostrzegać ograniczenia własnej wiedzy i konieczność jej ciągłego uzupełniania i aktualizowania	P6S_UU

Kompetencje społeczne: absolwent jest gotów do		
K_K01	analizy przedstawionego lub stworzonego przez siebie rozumowania pod kątem poprawności i kompletności	P6S_KK
K_K02	precyzyjnego formułowania pytań, służących pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania	P6S_KK
K_K03	samodzielnego wyszukiwania informacji w literaturze i zasobach internetowych, także w językach obcych	P6S_KK
K_K04	samodzielnego formułowania opinii na temat podstawowych zagadnień bioinformatycznych na podstawie zdobytej wiedzy i ich krytycznej oceny	P6S_KK
K_K05	przestrzegania zasad etyki i uczciwości intelektualnej i docenienia ich znaczenia w działaniach własnych i innych osób	P6S_KR
K_K06	do wypełniania zobowiązań społecznych związanych z racjonalnym i bezpiecznym przetwarzaniem danych	P6S_KR
K_K07	przedstawiania laikom wybranych osiągnięć bioinformatycznych	P6S_KO; P6S_KR
K_K08	myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy	P6S_KO

#### OBJAŚNIENIA

Symbol efektu uczenia się dla programu studiów tworzą:

- litera K – dla wyróżnienia, że chodzi o efekty uczenia się dla programu studiów,
- znak \_ (podkreślnik),
- jedna z liter W, U lub K – dla oznaczenia kategorii efektów (W – wiedza, U – umiejętności, K – kompetencje społeczne),
- numer efektu w obrębie danej kategorii, zapisany w postaci dwóch cyfr (numery 1-9 należy poprzedzić cyfrą 0).

## Zajęcia lub grupy zajęć przypisane do danego etapu studiów

Rok studiów: pierwszy

Semestr: pierwszy

Nazwa przedmiotu	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Symbole efektów uczenia się dla programu studiów	Dyscyplina / dyscypliny, do których odnosi się przedmiot
	Wykład	Konwersatorium	Seminarium	Ćwiczenia	Laboratorium	Warsztaty	Projekt	Inne				
Algebra liniowa	30			30					60	4,5	K_W06, K_K02	matematyka
Treści programowe	Przestrzenie liniowe i ich własności, algebra macierzy, wyznaczniki i ich własności. Rozwiązywanie układów równań liniowych, eliminacja Gaussa. Iloczyn skalarny, przestrzenie ortogonalne, ortonormalizacja. Wektory i wartości własne, diagonalizacja macierzy. Rozkład macierzy według wartości osobliwych.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny											
Rachunek różniczkowy i całkowity 1	30			60					90	6,5	K_W06, K_K01, K_K02	matematyka
Treści programowe	Pojęcie funkcji, dziedzina, obraz, funkcje elementarne. Rozkład wielomianów na czynniki pierwsze, znajdowanie zer wielomianów. Ciągi i szeregi, granica ciągu, kryteria zbieżności szeregów. Granica funkcji jednej i wielu zmiennych, ciągłość funkcji. Pochodna i jej interpretacja. Rachunek różniczkowy funkcji jednej zmiennej. Całka nieoznaczona i oznaczona i jej interpretacja geometryczna.											

<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny											
<b>Wstęp do informatyki</b>	30				30				60	5	K_W11, K_W14, K_U04, K_U08, K_U09, K_K01, K_K02, K_K05	informatyka
<b>Treści programowe</b>	System operacyjny na przykładzie Linuksa. Interpreter poleceń i język skryptowy. Wyrażenia regularne. Wstęp do programowania na przykładzie języka Python (instrukcja warunkowa, pętle, obsługa plików, wejście/wyjście, funkcje, rekurencja).											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny, projekt											
<b>Podstawy chemii</b>	45			45				90	6	K_W01, K_K02	nauki chemiczne	
<b>Treści programowe</b>	Podstawy chemii ogólnej, fizycznej, nieorganicznej i organicznej. Równania i schematy reakcji chemicznych i proste obliczenia chemiczne. Podstawowe pojęcia chemii organicznej ze szczególnym uwzględnieniem związków o znaczeniu biologicznym.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny											
<b>Biologia komórki</b>	30			15				45	3	K_W04, K_U02	nauki biologiczne	
<b>Treści programowe</b>	Podstawowe metody badań stosowane w biologii komórki; budowa, funkcjonowanie i metabolizm komórek eukariotycznych; budowa i funkcje organelli komórkowych; transport cząsteczek; oddziaływania między komórkami; przekazywanie sygnału;											



	powielanie i ekspresja informacji genetycznej; charakterystyka cyklu komórkowego, mitozy, mejozy, apoptozy; charakterystyka zarodkowych i specyficznych tkankowo komórek macierzystych, komórek nowotworowych.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny											
<b>Podstawy biologii organizmalnej i środowiskowej</b>	45								45	2,5	K_W02, K_U02, K_K01	nauki biologiczne
<b>Treści programowe</b>	Wstęp do metody naukowej. Podstawy obrazowania. Podstawowe zagadnienia jakimi zajmuje się współczesna biologia rozwoju zwierząt i roślin. Podstawy działania układu odpornościowego ssaków. Podstawy ekologii. Różne aspekty układu pasożyt-żywiciel. Różnorodność biologiczna i różne poziomy jej organizacji. Interakcje międzygatunkowe.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny											
<b>Podstawy ochrony własności intelektualnej</b>	4								4	0,5	K_W17, K_K05, K_K06	
<b>Treści programowe</b>	Ogólne pojęcia z tematyki ochrony praw własności intelektualnej; prawo autorskie i ochrona twórczości; zdolność patentowa; ścieżka postępowania z nowym wynalazkiem; zasady prawa patentowego istotne z punktu widzenia kontekstu akademickiego.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	test											
<b>Szkolenie BHP</b>								4*	4	0,5		

<b>Treści programowe</b>	Podstawowa wiedza z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy, elementów prawa pracy, ochrony przeciwpożarowej oraz udzielania pierwszej pomocy.										
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	test										
<b>Wychowanie fizyczne</b>				30					30		
<b>Treści programowe</b>	Kształtowanie zdrowego stosunku do ciała i jego fizycznego funkcjonowania oraz budowanie dojrzałych postaw wobec otoczenia społecznego. Kształtowanie nawyku oddawania się aktywności fizycznej, troski o sprawność i prawidłową postawę ciała.										
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>											

\* kurs internetowy

**Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 28,5**

**Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): 428**

**Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 2333**

Rok studiów: pierwszy

Semestr: drugi

Nazwa przedmiotu	Forma zajęć – liczba godzin							Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Symbole efektów uczenia się dla programu studiów	Dyscyplina / dyscypliny, do których odnosi się przedmiot	
	Wykład	Konwersatorium	Seminarium	Ćwiczenia	Laboratorium	Warsztaty	Projekt					Inne
Matematyka dyskretna	30			30					60	4,5	K_W06, K_K02	matematyka
<b>Treści programowe</b>	Indukcja i rekurencja, metody zliczania obiektów skończonych, rachunek zdań i predykatów I rzędu, elementy teorii mnogości, funkcje i relacje, zasada abstrakcji, porządki, moce zbiorów, elementy kombinatoryki i teorii grafów.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny											
Rachunek różniczkowy i całkowy 2	30			30					60	4,5	K_W06, K_K01, K_K02	matematyka
<b>Treści programowe</b>	Funkcje wielu zmiennych: granice, ciągłość, rachunek różniczkowy i całkowy. Równania różniczkowe zwyczajne.											

<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny											
<b>Podstawy fizyki</b>	60			30					90	5,5	K_W01, K_K02	nauki fizyczne
<b>Treści programowe</b>	Podstawowe pojęcia i metody opisu rzeczywistości w wybranych działach fizyki.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny											
<b>Biochemia</b>	30			30					60	4,5	K_W01, K_U02, K_U14, K_K02	nauki biologiczne
<b>Treści programowe</b>	Budowa, właściwości i funkcje związków organicznych występujących w komórkach, a także podstawowe metody stosowane we współczesnej biochemii i biologii molekularnej.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny											
<b>Obliczenia naukowe</b>	30			30					60	5	K_W09, K_W10, K_U10, K_K01, K_K02	informatyka
<b>Treści programowe</b>	Arytmetyka komputerów, reprezentacja liczb, stabilność numeryczna algorytmów. Układy równań liniowych, uwarunkowanie, eliminacja Gaussa. Liniowe zagadnienie najmniejszych kwadratów, przestrzeń wielomianów, interpolacja i aproksymacja funkcji. Różniczkowanie i całkowanie numeryczne. Podstawy przetwarzania sygnałów.											

<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny, projekt											
<b>Mikrobiologia</b>	30			15					45	3	K_W04, K_U02, K_K01	nauki biologiczne
<b>Treści programowe</b>	Budowa, funkcjonowanie i metabolizm mikroorganizmów prokariotycznych. Formy ich występowania w środowisku i przyczyny szerokiego rozpowszechnienia, a także wpływ na inne organizmy i środowisko nieożywione. Omówione są też wirusy i strategie ich namnażania, jak również podstawy genetyki i taksonomii prokariotów oraz przykłady ich praktycznego wykorzystania.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny											
<b>Wstęp do struktury białek i kwasów nukleinowych</b>	15								15	1	K_W01, K_U02, K_K01	nauki biologiczne
<b>Treści programowe</b>	Celem zajęć jest zapoznanie studentów z budową i funkcją białek i kwasów nukleinowych oraz z różnymi metodami pracy z nimi.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	zaliczenie na ocenę											
<b>Przedmiot ogólnouniwersytecki</b>	30*								30*	3**		
<b>Treści programowe</b>	Przedmiot niezwiązany z kierunkiem studiów.											

<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	w zależności od przedmiotu											
<b>Wychowanie fizyczne</b>				30					30			
<b>Treści programowe</b>	Kształtowanie zdrowego stosunku do ciała i jego fizycznego funkcjonowania oraz budowanie dojrzałych postaw wobec otoczenia społecznego. Kształtowanie nawyku oddawania się aktywności fizycznej, troski o sprawność i prawidłową postawę ciała.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>												

\* minimalna liczba godzin; dopuszczalna także inna forma zajęć

\*\* przykładowa liczba punktów ECTS za przedmioty do wyboru zrealizowane w danym semestrze; przedmioty mogą być realizowane w obu semestrach I roku

**Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 31**

**Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): 450**

**Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 2333**

Rok studiów: drugi

Semestr: trzeci i czwarty

Nazwa przedmiotu	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Symbole efektów uczenia się dla programu studiów	Dyscyplina / dyscypliny, do których odnosi się przedmiot
	Wykład	Konwersatorium	Seminarium	Ćwiczenia	Laboratorium	Warsztaty	Projekt	Inne				
Optymalizacja i teoria gier	30			30					60	4,5	K_W06, K_K01, K_K02	matematyka
Treści programowe	Elementy optymalizacji wielowymiarowej z ograniczeniami i bez ograniczeń. Elementy teorii gier.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny											
Rachunek prawdopodobieństwa	30			45					75	5	K_W06, K_K01, K_K02	matematyka
Treści programowe	Przegląd modeli dyskretnych rachunku prawdopodobieństwa, łańcuchy Markowa, najprostsze rozkłady ciągłe, prawo wielkich liczb i centralne twierdzenie graniczne, elementy teorii informacji.											

<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny											
<b>Programowanie i projektowanie obiektowe</b>	30				30				60	4,5	K_W11, K_W14, K_W15, K_U08, K_U09, K_U11, K_U14, K_K01, K_K02	informatyka
<b>Treści programowe</b>	Podstawy programowania obiektowego, podstawy obiektowego projektowania systemów informatycznych (język UML).											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny, projekt											
<b>Wstęp do bioinformatyki 1</b>	15				45				60	4,5	K_W16, K_U01, K_U07, K_U14, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04	informatyka, nauki biologiczne
<b>Treści programowe</b>	Bazy danych dla biologii molekularnej i biotechnologii, przeszukiwanie baz sekwencji nukleotydowych i aminokwasowych, porównywanie dwóch i wielu sekwencji. Analiza rodzin białek. Przewidywanie miejsc kodujących w DNA. Metody analizy struktur przestrzennych białek, podstawy modelowania przez homologię.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny											
<b>Biologia molekularna z genetyką 1</b>	60	30							90	5	K_W02, K_W03, K_U02, K_K02, K_K03	nauki biologiczne



<b>Treści programowe</b>	DNA jako nośnik informacji genetycznej, podstawy genetyki klasycznej, genetyka człowieka, elementy inżynierii genetycznej, różne typy sekwencji nukleotydowych, genomika, ewolucja sekwencji nukleotydowych, chromatyna, replikacja DNA, mutageneza, naprawa uszkodzeń DNA, transkrypcja, kontrola aktywności genów, mechanizmy epigenetyczne, składanie i edytowanie RNA, małe regulacyjne RNA, translacja, dojrzewanie białek (folding, modyfikacje potranslacyjne), adresowanie białek, degradacja białek (ubikwitynacja, proteosom, autofagia, reguła N-końca).											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny											
<b>Biologia molekularna z genetyką 2</b>	30			30					60	4,5	K_W02, K_W03, K_U02, K_U12, K_K02, K_K03	nauki biologiczne
<b>Treści programowe</b>	DNA jako nośnik informacji genetycznej, podstawy genetyki klasycznej, genetyka człowieka, elementy inżynierii genetycznej, różne typy sekwencji nukleotydowych, genomika, ewolucja sekwencji nukleotydowych, chromatyna, replikacja DNA, mutageneza, naprawa uszkodzeń DNA, transkrypcja, kontrola aktywności genów, mechanizmy epigenetyczne, składanie i edytowanie RNA, małe regulacyjne RNA, translacja, dojrzewanie białek (folding, modyfikacje potranslacyjne), adresowanie białek, degradacja białek (ubikwitynacja, proteosom, autofagia, reguła N-końca).											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny											
<b>Algorytmy i struktury danych</b>	30			15	15				60	4,5	K_W12, K_W13, K_U06, K_U14, K_K01, K_K02	informatyka
<b>Treści programowe</b>	Projektowanie i analiza algorytmów. Przegląd podstawowych algorytmów i struktur danych. Doskonalenie praktycznych umiejętności w projektowaniu i programowaniu poprawnych i wydajnych algorytmów oraz w posługiwaniu się gotowymi bibliotekami algorytmów i struktur danych.											

<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny, projekt											
<b>Statystyczna analiza danych</b>	30			15	30				75	6	K_W08, K_U03, K_U14, K_K01, K_K02	informatyka
<b>Treści programowe</b>	Podstawowe pojęcia statystyki, estymacja, testowanie hipotez statystycznych, przydatne testy statystyczne. Regresja. Klasyfikacja, selekcja modelu i regularyzacja. Maszyny wektorów wspierających. Metody redukcji wymiaru. Uczenie bez nadzoru. Modele nieliniowe.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny, projekt											
<b>Wstęp do bioinformatyki 2</b>	15				45				60	4,5	K_W16, K_U01, K_U05, K_U07, K_U14, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04, K_K06, K_K07	informatyka nauki biologiczne
<b>Treści programowe</b>	Struktury polimerów, ich analiza i wizualizacja. Modelowanie struktur białek. Dokowanie molekularne. OMIKi i analiza danych eksperymentalnych. Interakcje białkowe, analiza i wizualizacja. Podstawy analizy sieci.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny, projekt											
<b>Molekularne podstawy enzymologii</b>	15			30					45	3,5	K_W04, K_U02, K_U14, K_K02	nauki biologiczne

<b>Treści programowe</b>	Budowa białek enzymatycznych, mechanizmy katalizy oraz kinetyka enzymatyczna. Techniki i metody przydatne w pracy z enzymami w warunkach in vitro i in silico.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny											
<b>Przedmioty obieralne</b>	60*			60*					120	10**	K_U18, K_K02, K_K03, K_K08	informatyka, matematyka, nauki fizyczne, nauki biologiczne
<b>Treści programowe</b>	Treści z zakresu informatyki, biologii, matematyki, fizyki przewidziane dla przedmiotów wybieranych przez studentów z oferty Wydziału Matematyki Informatyki i Mechaniki, Wydziału Biologii, Wydziału Fizyki, pozwalające na uzupełnienie zdobytej wiedzy.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny, ew. projekt											
<b>Przedmiot ogólnouniwersytecki</b>	30*								30*	3**		
<b>Treści programowe</b>	Przedmiot niezwiązany z kierunkiem studiów.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	w zależności od przedmiotu											
<b>Wychowanie fizyczne</b>				30					30			

<b>Treści programowe</b>	Kształtowanie zdrowego stosunku do ciała i jego fizycznego funkcjonowania oraz budowanie dojrzałych postaw wobec otoczenia społecznego. Kształtowanie nawyku oddawania się aktywności fizycznej, troski o sprawność i prawidłową postawę ciała.
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	

\* minimalna liczba godzin; dopuszczalna także inna forma zajęć

\*\* minimalna liczba punktów ECTS za przedmioty do wyboru zrealizowane w danym roku

**Łączna liczba punktów ECTS (w roku): 59,5**

**Łączna liczba godzin zajęć (w roku): 825**

**Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 2333**

Rok studiów: trzeci

Semestr: piąty i szósty

Nazwa przedmiotu	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Symbole efektów uczenia się dla programu studiów	Dyscyplina / dyscypliny, do których odnosi się przedmiot
	Wykład	Konwersatorium	Seminarium	Ćwiczenia	Laboratorium	Warsztaty	Projekt	Inne				
Modele matematyczne nauk przyrodniczych	30			30	15				75	5	K_W07, K_U01, K_K01, K_K02	matematyka
Treści programowe	Modele matematyczne stosowane w ekologii, fizjologii i biologii molekularnej. Pojęcie warunku brzegowego i warunku początkowo-brzegowego. Elementarne własności rozwiązań podstawowych równań fizyki matematycznej w przypadku jednego wymiaru przestrzennego. Rozwiązywanie numeryczne równań różniczkowych i graficzna prezentacja rozwiązań za pomocą pakietów pakietów typu Matlab, Maple.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny, projekt											
Technologie w skali genomowej	30				30				60	4,5	K_W05, K_U03, K_K01, K_K02	nauki biologiczne

<b>Treści programowe</b>	Nowoczesne metody analiz wielkoskalowych na poziomie genomu, transkryptomu i proteomu (na poziomie eksperymentalnym i bioinformatycznym), Oparte na wynikach tych analiz podejścia teoretyczne stosowane w różnych dziedzinach biologii i medycyny.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny, ew. projekt											
<b>Ewolucjonizm</b>	30				30				60	3,5	K_W02, K_W03, K_U01, K_K01, K_K02, K_K03	nauki biologiczne
<b>Treści programowe</b>	Rys historii życia na Ziemi, omówienie podstawowych mechanizmów ewolucji. Informatyczne metody rekonstrukcji filogenezy oraz analizy ewolucyjnej.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny											
<b>Biologiczne systemy koordynacji</b>	30	30		30					90	4,5	K_W02, K_U02, K_K02, K_K03	nauki biologiczne
<b>Treści programowe</b>	Regulacja i koordynacja metabolizmu w organizmie, szlaki sygnałowe, homeostaza, regulacja hormonalna i nerwowa, regulacja rozwoju. Budowa i fizjologia układów narządów u roślin i zwierząt, rozmnażanie się roślin i zwierząt. Reakcje roślin i zwierząt na zmiany środowiska.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny											
<b>Biologia systemów</b>	15				45				60	4,5	K_W02, K_U01, K_K02	nauki biologiczne

<b>Treści programowe</b>	Rodzaje sieci biochemicznych (sieci regulacji genów, szlaki sygnałowe, sieci metaboliczne), kinetyka reakcji biochemicznych, matematyczne modele sieci, narzędzia do analizy i symulacji sieci stochastycznych i systemów probabilistycznych. Analiza sieci interakcji białkowych.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny											
<b>Przedmioty obieralne</b>	120*			120*					240*	21**	K_U18, K_K02, K_K03, K_K08	informatyka, matematyka, nauki fizyczne, nauki biologiczne
<b>Treści programowe</b>	Treści z zakresu informatyki, biologii, matematyki, fizyki przewidziane dla przedmiotów wybieranych przez studentów z oferty Wydziału Matematyki Informatyki i Mechaniki, Wydziału Biologii, Wydziału Fizyki, pozwalające na uzupełnienie zdobytej wiedzy.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny i/lub egzamin ustny, ew. projekt											
<b>Przedmiot ogólnouniwersytecki</b>	30*								30*	3**		
<b>Treści programowe</b>	Przedmiot niezwiązany z kierunkiem studiów.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	w zależności od przedmiotu											
<b>Egzamin z języka obcego (B2)</b>										2	K_U12	

<b>Treści programowe</b>	Egzamin certyfikacyjny z języka na poziomie B2 według standardów europejskiego systemu opisu kształcenia językowego.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny i egzamin ustny											
<b>Pracownia i praca licencjacka</b>		15							15	12***	K_U12, K_U13, K_U14, K_U15, K_U16, K_U17, K_U18, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04, K_K05, K_K07, K_K08	informatyka, matematyka, nauki fizyczne, nauki biologiczne
<b>Treści programowe</b>	Opracowanie problemu badawczego związanego z bioinformatyką pod kierunkiem opiekuna. Prezentacja rezultatów badań.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	praca dyplomowa											

\* minimalna liczba godzin; dopuszczalna także inna forma zajęć

\*\* minimalna liczba punktów ECTS za przedmioty do wyboru zrealizowane w danym roku

\*\*\* punkty ECTS obejmują także indywidualną pracę studenta pod kierunkiem opiekuna (również zrealizowaną we wcześniejszych semestrach), nieuwzględnioną w podanej liczbie godzin zajęć

**Łączna liczba punktów ECTS (w roku): 61**

**Łączna liczba godzin zajęć (w roku): 630**

**Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 2333**



**Procentowy udział liczby punktów ECTS w łącznej liczbie punktów ECTS dla każdej z dyscyplin, do których przyporządkowano kierunek studiów.**

<b>Dziedzina nauki</b>	<b>Dyscyplina naukowa</b>	<b>Procentowy udział liczby punktów ECTS w łącznej liczbie punktów ECTS dla każdej z dyscyplin</b>
nauki ścisłe i przyrodnicze	informatyka	38%*
nauki ścisłe i przyrodnicze	nauki biologiczne	27%*
nauki ścisłe i przyrodnicze	nauki fizyczne	6%*
nauki ścisłe i przyrodnicze	matematyka	19%*

\* wartości przykładowe; faktyczny udział dyscypliny zależy od wybranych przedmiotów obieralnych

”