

## PROGRAM STUDIÓW DRUGIEGO STOPNIA BIOINFORMATYKA

### I. Ogólna charakterystyka studiów

- Nazwa kierunku studiów:**  
*Bioinformatyka*
- Poziom studiów:**  
*Studia drugiego stopnia*
- Poziom Polskiej Ramy Kwalifikacji:**  
*Siódmy*
- Forma studiów:**  
*Studia stacjonarne*
- Profil studiów:**  
*Ogólnoakademicki*
- Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:**  
*Magister inżynier*
- Dziedzina nauki/sztuki oraz dyscyplina naukowa/artystyczna:**

*Studia prowadzone na Wydziale Informatyki i Telekomunikacji PP we współpracy z Wydziałem Technologii Chemicznej PP.*

Nazwa dziedziny	Nazwa dyscypliny	Procentowy udział punktów ECTS (%)	Dyscyplina wiodąca
Dziedzina nauk inżynieryjno-technicznych	Informatyka techniczna i telekomunikacja	60	TAK
Dziedzina nauk ścisłych i przyrodniczych	Nauki chemiczne	40	

*W przypadku więcej niż jednej dyscypliny wpisać TAK w kolumnie dyscyplina wiodąca, w ramach której będzie uzyskiwana ponad połowa punktów ECTS.*

- Klasyfikacja ISCED:**  
*0688 Interdyscyplinarne programy i kwalifikacje obejmujące technologie informacyjno-komunikacyjne*
- Liczba semestrów:**  
*4*
- Liczba punktów ECTS wymagana do uzyskania kwalifikacji:**  
*120*

Tabela 1.1. Liczba punktów ECTS wymagana do uzyskania kwalifikacji.

Punkty ECTS	Liczba punktów ECTS	Udział procentowy
Przewidziane w programie studiów do uzyskania kwalifikacji odpowiadającej poziomowi kształcenia.	120,00	100,0%
Przyporządkowane do zajęć dydaktycznych wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich i studentów.	60,24	50,2%
Przyporządkowane modułom zajęć związanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie/dziedzinach nauki właściwej/właściwych dla ocenianego kierunku studiów, służące zdobywaniu przez studenta pogłębionej wiedzy oraz umiejętności prowadzenia badań naukowych.	65,00	54,2%
Przyporządkowane zajęciom z obszarów nauk humanistycznych lub nauk społecznych (w przypadku kierunków studiów przypisanych do obszarów innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne).	5,00	
Przyporządkowane przedmiotom/modułom zajęć do wyboru.	39,00	32,5%
Przyporządkowane praktykom zawodowym (jeżeli program studiów przewiduje praktyki).	Nie dotyczy	
Uzyskane z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość	Nie dotyczy	Nie dotyczy

**11. Język kształcenia:***Język polski***12. W przypadku studiów prowadzonych wspólnie:****a) Instytucja, z którą zamierzamy prowadzić studia wspólne:***Nie dotyczy***b) Jednostka organizacyjna instytucji, z którą zamierzamy prowadzić studia wspólne:***Nie dotyczy***c) Podmiot odpowiedzialny za wprowadzanie danych do systemu POLON i uprawniony do otrzymania środków finansowych na kształcenie studentów (instytucja i jednostka):***Nie dotyczy***13. Liczba godzin zajęć w programie studiów:***1414 h zajęć w planie studiów; łącznie z godzinami egzaminów i konsultacjami 1506 h***14. Efekty uczenia się:**

Efekty uczenia się dla kierunku Bioinformatyka realizują kwalifikacje zgodnie z Rozporządzeniem MNiSW z dnia 28 listopada 2018 r., w sprawie charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji typowych dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 6–8.

Tabela 1.2. Tabela kierunkowych efektów uczenia się dla studiów II stopnia.

Symbol	Efekt	Charakterystyka pierwszego stopnia PRK	Charakterystyka drugiego stopnia PRK
<b>WIEDZA: absolwent zna i rozumie</b>			
K_W01	złożone zjawiska i procesy biologiczne, a ich interpretację w pracy badawczej i działaniach praktycznych opiera na ścisłym i konsekwentnym podejściu z wykorzystaniem danych empirycznych	P7U_W	P7S_WG
K_W02	złożone procesy fizykochemiczne i biochemiczne, w tym zasady odpowiedniego doboru materiałów, surowców, aparatury i urządzeń do ich realizacji oraz charakteryzowania produktów	P7U_W	P7S_WG
K_W03	w pogłębionym stopniu zagadnienia z zakresu wybranych nauk ścisłych przydatne do modelowania procesów biologicznych	P7U_W	P7S_WG
K_W04	metody, techniki i narzędzia wykorzystywane w procesie rozwiązywania złożonych zadań bioinformatycznych, głównie o charakterze inżynierskim	P7U_W	P7S_WG
K_W05	cykl życia systemów informatycznych	P7U_W	P7S_WG
K_W06	specjalistyczne technologie związane z bioinformatyką	P7U_W	P7S_WG
K_W07	podstawy stosowania biokatalizatorów i biomateriałów w procesach biochemicznych	P7U_W	P7S_WG
K_W08	szczegółowe zagadnienia z zakresu analizy bioinformatycznej w skali genomowej i na poziomie populacji oparte na solidnych podstawach teoretycznych	P7U_W	P7S_WG
K_W09	szczegółowe zagadnienia z zakresu modelowania i analizy systemów biologicznych oparte na solidnych podstawach teoretycznych	P7U_W	P7S_WG
K_W10	szczegółowe zagadnienia z zakresu bioinformatyki strukturalnej oparte na solidnych podstawach teoretycznych	P7U_W	P7S_WG
K_W11	zasady planowania badań z zakresu bioinformatyki	P7U_W	P7S_WG
K_W12	trendy rozwojowe bioinformatyki	P7U_W	P7S_WG
K_W13	społeczne, ekonomiczne i prawne uwarunkowania swojej działalności oraz potrzebę ich uwzględniania w praktyce, w tym zagadnienia z zakresu ochrony własności intelektualnej i przemysłowej	P7U_W	P7S_WK
K_W14	zasady bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii	P7U_W	P7S_WK
K_W15	zagadnienia z zakresu zarządzania, w tym zarządzania jakością i prowadzenia działalności gospodarczej	P7U_W	P7S_WK
<b>UMIĘJĘTNOŚCI: absolwent potrafi</b>			
K_U01	biegle wykorzystywać i integrować informacje pozyskane z literatury i źródeł elektronicznych, w języku polskim i angielskim, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny	P7U_U	P7S_UW
K_U02	wyciągać wnioski, jasno formułować i wyczerpująco uzasadniać	P7U_U	P7S_UW

	swoje opinie na podstawie danych pochodzących z różnych źródeł		
K_U03	planować i wykonywać zaawansowane pomiary i doświadczenia laboratoryjne, w tym symulacje komputerowe, interpretować ich wyniki	P7U_U	P7S_UW
K_U04	stosować zaawansowane techniki i narzędzia informatyczne do rozwiązywania problemów biologicznych oraz ocenić ich przydatność	P7U_U	P7S_UW
K_U05	stosować wiedzę z zakresu biochemii i nauk pokrewnych do rozwiązywania problemów bioinformatycznych	P7U_U	P7S_UW
K_U06	pod kierunkiem opiekuna naukowego planować i wykonać zadania badawcze z wykorzystaniem metod analitycznych, symulacyjnych oraz eksperymentalnych	P7U_U	P7S_UW
K_U07	stosować metody statystyczne oraz specjalistyczne techniki i narzędzia informatyczne do opisu procesów i analizy danych biologicznych	P7U_U	P7S_UW
K_U08	projektować i tworzyć złożone oprogramowanie komputerowe - zgodnie z zadaną specyfikacją, uwzględniającą aspekty pozatechniczne - używając właściwych metod, technik i narzędzi	P7U_U	P7S_UW
K_U09	przygotować w języku polskim i angielskim prezentację wyników prac badawczych, a także dyskutować wyniki swoich prac w środowisku naukowym	P7U_U	P7S_UK
K_U10	przygotować pisemne opracowanie pracy badawczej w języku polskim oraz krótkie doniesienie naukowe w języku angielskim, przedstawiające wyniki własnych badań naukowych	P7U_U	P7S_UK
K_U11	posługiwać się językiem angielskim na poziomie B2+ w zakresie nauk technicznych i przyrodniczych, w szczególności informatyki i biologii	P7U_U	P7S_UK
K_U12	zastosować podejście systemowe do rozwiązania zadań bioinformatycznych, z uwzględnieniem aspektów pozatechnicznych	P7U_U	P7S_UW
K_U13	formułować i testować hipotezy związane z problemami bioinformatycznymi	P7U_U	P7S_UW
K_U14	ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć w zakresie bioinformatyki i biochemii	P7U_U	P7S_UW
K_U15	zaproponować usprawnienia rozwiązań stosowanych w bioinformatyce	P7U_U	P7S_UW
K_U16	dokonać wstępnej analizy ekonomicznej podejmowanych działań	P7U_U	P7S_UW
K_U17	uczyć się samodzielnie oraz planować własną karierę zawodową	P7U_U	P7S_UU
K_U18	podjąć pracę w przedsiębiorstwie, indywidualnie oraz w zespole, przestrzegać zasad bezpieczeństwa związanych z tą pracą	P7U_U	P7S_UO
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE: absolwent jest gotów do</b>			
K_K01	uczenia się przez całe życie, inspirowania i organizowania procesu uczenia się innych osób	P7U_K	P7S_KO
K_K02	współdziałania i pracy w grupie, przyjmując w niej różne role	P7U_K	P7S_KR

K_K03	określania priorytetów służących realizacji zadania zdefiniowanego przez siebie lub innych	P7U_K	P7S_KK
K_K04	identyfikowania i rozstrzygania dylematów etycznych związanych z wykonywaniem zawodu	P7U_K	P7S_KR
K_K05	wzięcia odpowiedzialności za podejmowane decyzje	P7U_K	P7S_KO
K_K06	wzięcia odpowiedzialności za ocenę zagrożeń wynikających ze stosowanych technik badawczych i za tworzenie warunków bezpiecznej pracy	P7U_K	P7S_KO
K_K07	systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi w celu poszerzania i pogłębiania wiedzy bioinformatycznej	P7U_K	P7S_KK
K_K08	systematycznego aktualizowania swojej wiedzy z zakresu biologii i informatyki oraz dostrzegania możliwości jej praktycznego zastosowania	P7U_K	P7S_KK
K_K09	wykazywania twórczej postawy w życiu zawodowym i społecznym	P7U_K	P7S_KR
K_K10	świadomego pełnienia roli społecznej absolwenta szkoły wyższej	P7U_K	P7S_KR

#### 15. Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

Szczegółowy opis metod weryfikacji efektów uczenia się dla poszczególnych przedmiotów znajduje się w kartach ECTS przedmiotów (załącznik D). Do zaliczenia przedmiotu konieczne jest osiągnięcie wszystkich zakładanych dla danego przedmiotu efektów uczenia się. Sposoby sprawdzenia efektów zostały opracowane z wyszczególnieniem wszystkich form zajęć danego przedmiotu. W ogólności, sposoby te obejmują oceny formujące, wystawiane w trakcie semestru, i podsumowujące, wystawiane na koniec semestru.

Ocena formująca to ocena wspomagająca proces uczenia się, może nią być:

- ocena punktowa z kolokwium / sprawdzianów,
- ocena punktowa z zadań wykonywanych podczas laboratoriów oraz na podstawie oceny bieżącego postępu realizacji zadań,
- ocena prac domowych, w tym projektów informatycznych,
- ocena punktowa aktywności na ćwiczeniach, odpowiedzi ustnych, a w zakresie wykładów odpowiedzi na pytania dotyczące materiału omówionego na poprzednich wykładach.

Podsumowanie osiągnięcia założonych efektów uczenia się odbywa się z uwzględnieniem ocen formujących, może być także realizowane poprzez:

- a) w zakresie wykładów
  - ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie pisemnym o charakterze problemowym lub w formie testu wielokrotnego wyboru albo w formie kolokwium zaliczeniowego,
  - omówienie wyników egzaminu / kolokwium,
- b) w zakresie laboratoriów / ćwiczeń
  - ocenę sprawozdania z realizowanego projektu,
  - ocenę prezentacji projektu przez studenta.

Jest możliwe uzyskanie punktów dodatkowych za aktywność podczas zajęć, w szczególności za:

- omówienie dodatkowych aspektów zagadnienia,
- efektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania zadanego problemu,
- umiejętność współpracy w ramach zespołu,

— uwagi związane z udoskonaleniem materiałów dydaktycznych.

Praca dyplomowa magisterska wykonywana jest głównie w trakcie ostatniego semestru studiów, realizacja efektów uczenia się z nią związanych jest nadzorowana przez promotora pracy. Egzamin dyplomowy jest niezależnym sposobem weryfikacji tych efektów. Przedmiot wspomagający realizację pracy dyplomowej, Seminarium dyplomowe, ma opis sposobu weryfikacji efektów uczenia się zawarty w swojej karcie ECTS.

Podstawą oceny osiągniętych przez studenta efektów uczenia się są zasady zawarte w Regulaminie studiów pierwszego i drugiego stopnia oraz jednolitych magisterskich (Uchwała Nr 154/2016-2020 z dnia 24 kwietnia 2019 r.). Efekty uczenia się dla kierunku Bioinformatyka realizują kwalifikacje zgodnie z Rozporządzeniem MNiSW z dnia 28 listopada 2018 r., w sprawie charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji typowych dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 6–8.

#### 16. Praktyki zawodowe:

Nie dotyczy

#### 17. Język obcy:

Obowiązkowym językiem obcym na kierunku Bioinformatyka jest angielski. Centrum Języków i Komunikacji PP realizuje na studiach II stopnia dwa przedmioty prowadzące do osiągnięcia przez uczestnika poziomu B2+, „Communication in English” w semestrze 1 i „Scientific & Technical Writing” w semestrze 2. Zajęcia odbywają się w formie ćwiczeń w wymiarze 30 godzin w każdym z tych semestrów i przypisane im są po dwa punkty ECTS.

Tabela 1.3. Przedmioty uwzględniające efekty uczenia się w zakresie znajomości języka obcego (zastosowane oznaczenia: O – ogółem, W – wykład, C – ćwiczenia, L – laboratorium, P – projekt, ECTS – liczba punktów ECTS)

Sem.	Nazwa przedmiotu	Liczba godzin					ECTS
		O	W	Ć	L	P	
1	Communication in English	30		30			2
2	Scientific & Technical Writing	30		30			2
	Razem	60					4

#### 18. Zajęcia z wychowania fizycznego:

Nie dotyczy

#### 19. Przedmioty obieralne:

Tabela 1.4. Wykaz przedmiotów obieralnych (zastosowane oznaczenia: O – ogółem, W – wykład, C – ćwiczenia, L – laboratorium, P – projekt, ECTS – liczba punktów ECTS)

Sem.	Nazwa przedmiotu	Liczba godzin					ECTS
		O	W	C	L	P	
2	Przedmiot obieralny 1 Biomateriały / Materiały do zastosowań biomedycznych	60	30		30		4
3	Przedmiot obieralny 2 Analiza danych genomowych w środowisku Bioconductor / Zmienność strukturalna genomów	60	30		30		4
3	Przedmiot obieralny 3 Tworzenie aplikacji internetowych i mobilnych / Systemy zarządzania treścią	60	30		30		4
3	Przedmiot obieralny 4 Metody statystyczne w bioinformatyce strukturalnej / Wizualizacja strukturalna	30	15		15		2
3	Przedmiot obieralny 5 Biomimetyka: preparatyka bioinspirowanych materiałów / Materiały i technologie biomimetyczne	60	30		30		4

4	Przedmiot obieralny 6 Techniki separacyjne i łączone w analityce związków bioaktywnych / Rozwiązania sprzętowe stosowane w analityce związków bioaktywnych	30	15		15		2
4	Przedmiot obieralny 7 Modelowanie molekularne biocząsteczek / Zaawansowane metody modelowania molekularnego	30	15		15		2
4	Przedmiot obieralny humanistyczny/społeczny: Marketing i elementy kompetencji menedżerskich / Konceptcje i narzędzia zarządzania nowoczesnym przedsiębiorstwem	45	30	15			3
4	Przygotowanie pracy dyplomowej	0					14
Razem		375					39

W sumie daje to 39 punktów ECTS, co stanowi 32,5% wszystkich punktów ECTS.

Punkty ECTS przedmiotów obieralnych zliczone są w kolumnie L arkusza z planem studiów (załącznik A).

## 20. Kompetencje inżynierskie:

W tabeli 1.5 zamieszczono wykaz kierunkowych efektów uczenia się umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich zawartych w rozporządzeniu w sprawie charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6-8 Polskiej Ramy Kwalifikacji.

Tabela 1.5. Wykaz kierunkowych efektów uczenia się umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich

Kategoria PRK	Obszar kształ. w zakresie nauk tech. oraz kwalifikacje obejmujące kompetencje inż. - profil ogólnok.	Kierunkowe efekty uczenia się	Symbol efektu
Wiedza: absolwent zna i rozumie	podstawowe procesy zachodzące w cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych (P7S_WG)	złożone procesy fizykochemiczne i biochemiczne, w tym zasady odpowiedniego doboru materiałów, surowców, aparatury i urządzeń do ich realizacji oraz charakteryzowania produktów	K_W02
		metody, techniki i narzędzia wykorzystywane w procesie rozwiązywania złożonych zadań bioinformatycznych, głównie o charakterze inżynierskim	K_W04
		cykl życia systemów informatycznych	K_W05
		specjalistyczne technologie związane z bioinformatyką	K_W06
		podstawy stosowania biokatalizatorów i biomateriałów w procesach biochemicznych	K_W07
		trendy rozwojowe bioinformatyki	K_W12
	podstawowe zasady tworzenia i rozwoju różnych form indywidualnej przedsiębiorczości (P7S_WK)	społeczne, ekonomiczne i prawne uwarunkowania swojej działalności oraz potrzebę ich uwzględniania w praktyce, w tym zagadnienia z zakresu ochrony własności intelektualnej i przemysłowej	K_W13
		zasady bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii	K_W14
		zagadnienia z zakresu zarządzania, w tym zarządzania jakością i prowadzenia działalności gospodarczej	K_W15
	Umiejętności: absolwent	planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i	biegle wykorzystywać i integrować informacje pozyskane z literatury i źródeł elektronicznych, w języku polskim i angielskim, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny

potrafi	symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski (P7S_UW)	wyciągać wnioski, jasno formułować i wyczerpująco uzasadniać swoje opinie na podstawie danych pochodzących z różnych źródeł	K_U02
		planować i wykonywać zaawansowane pomiary i doświadczenia laboratoryjne, w tym symulacje komputerowe, interpretować ich wyniki	K_U03
	przy identyfikacji i formułowaniu specyfikacji zadań inżynierskich oraz ich rozwiązywaniu: – wykorzystać metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne – dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne, w tym aspekty etyczne – dokonać wstępnej oceny ekonomicznej proponowanych rozwiązań i podejmowanych działań inżynierskich (P7S_UW)	stosować zaawansowane techniki i narzędzia informatyczne do rozwiązywania problemów biologicznych oraz ocenić ich przydatność	K_U04
		pod kierunkiem opiekuna naukowego planować i wykonać zadania badawcze z wykorzystaniem metod analitycznych, symulacyjnych oraz eksperymentalnych	K_U06
		stosować metody statystyczne oraz specjalistyczne techniki i narzędzia informatyczne do opisu procesów i analizy danych biologicznych	K_U07
		zastosować podejście systemowe do rozwiązania zadań bioinformatycznych, z uwzględnieniem aspektów pozatechnicznych	K_U12
		formułować i testować hipotezy związane z problemami bioinformatycznymi	K_U13
		dokonać wstępnej analizy ekonomicznej podejmowanych działań	K_U16
	dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania istniejących rozwiązań technicznych i ocenić te rozwiązania (P7S_UW)	ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć w zakresie bioinformatyki i biochemii	K_U14
		zaproponować usprawnienia rozwiązań stosowanych w bioinformatyce	K_U15
projektować – zgodnie z zadaną specyfikacją – oraz wykonać typowe dla kierunku studiów proste urządzenia, obiekty, systemy lub zrealizować procesy, używając odpowiednio dobranych metod, technik, narzędzi i materiałów (P7S_UW)	projektować i tworzyć złożone oprogramowanie komputerowe - zgodnie z zadaną specyfikacją, uwzględniającą aspekty pozatechniczne - używając właściwych metod, technik i narzędzi	K_U08	

## 21. Zajęcia z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych:

Tabela 1.6. Wykaz przedmiotów z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych (zastosowane oznaczenia: O – ogółem, W – wykład, C – ćwiczenia, L – laboratorium, P – projekt)

Sem.	Nazwa przedmiotu	O	W	C	L	P	ECTS
1	Bezpieczeństwo procesów przemysłowych	30	15	15			2



4	Przedmiot obieralny humanistyczny/społeczny: Marketing i elementy kompetencji menedżerskich / Koncepcje i narzędzia zarządzania nowoczesnym przedsiębiorstwem	45	30	15			3
Razem		75					5

Łącznie w ramach zajęć z przedmiotów z dziedziny nauk humanistycznych lub/i społecznych używanych jest 5 punktów ECTS.

## 22. Zajęcia związane z prowadzoną w uczelni działalnością naukową:

Przedmiotami o charakterze badawczym w zakresie dyscyplin związanych z kierunkiem są:

Tabela 1.7. Zajęcia związane z prowadzoną w uczelni działalnością naukową (\* – dotyczy studiów pierwszego stopnia, \*\* – dotyczy studiów drugiego stopnia)

Nazwa przedmiotu	ECTS	Przygot.* / Udział** w badaniach nauk.	Opis działalności naukowej
<b>Przedmioty kierunkowe:</b>			
Zaawansowane metody optymalizacji	2	- / Tak	Teoretyczne i praktyczne rozwiązywanie problemów optymalizacji ciągłej i dyskretnej
Zaawansowane programowanie	5	- / Tak	Opracowanie, implementacja i testowanie złożonego oprogramowania dla problemu bioinformatycznego
Genomika populacji	5	- / Tak	Analiza danych genomicznych na poziomie populacji
Biotechnologia	6	- / Tak	Prowadzenie procesów biotechnologicznych
Modelowanie procesów biologicznych	2	- / Tak	Modelowanie i analiza złożonych procesów biologicznych
Bioinformatyka strukturalna	3	- / Tak	Rozwiązywanie problemów biologii strukturalnej i analiza danych strukturalnych
Informatyka w medycynie	3	- / Tak	Analiza i przetwarzanie danych medycznych, projektowanie rozwiązań informatycznych na potrzeby medyczne
Biokrytalografia makromolekularna	5	- / Tak	Interpretacja procesu biokrytalografii makrocząsteczek
Biologia systemowa	6	- / Tak	Zastosowanie podejść systemowych do modelowania i analizy złożonych układów biologicznych
Immunologia obliczeniowa	2	- / Tak	Zastosowanie metod matematycznych i narzędzi informatycznych do rozwiązywania problemów z zakresu analizy danych w immunologii
Biosensory	2	- / Tak	Rozwiązywanie problemów naukowych powiązanych z wykorzystaniem biosensorów
Seminarium dyplomowe sem.3	1	- / Tak	Zastosowanie zasad redakcji pracy dyplomowej
Podejścia systemowe w badaniach biomedycznych	2	- / Tak	Wykorzystanie metod systemowych w badaniach biomedycznych
Analiza filogenetyczna	2	- / Tak	Konstrukcja drzew filogenetycznych i analiza statystyczna w filogenetyce
Projektowanie i fizykochemia materiałów biomedycznych	4	- / Tak	Projektowanie materiałów biomedycznych
Seminarium dyplomowe sem.4	1	- / Tak	Zastosowanie zasad prezentacji wyników pracy dyplomowej
Przygotowanie pracy dyplomowej	14	- / Tak	Realizacja pracy dyplomowej

Załącznik A zawiera zestawienie wszystkich tych przedmiotów w kolumnie K arkusza, gdzie znajduje się także podsumowanie przypisanych im punktów ECTS.

Suma punktów ECTS przedmiotów o charakterze badawczym dla studiów II stopnia wynosi 65, co stanowi ponad 54% wszystkich punktów ECTS.

**23. Zajęcia kształtujące umiejętności praktyczne:**

Nie dotyczy

**24. Standardy kształcenia:**

Nie dotyczy

**II. Koncepcja kształcenia oraz zgodność efektów uczenia się z potrzebami rynku pracy**

Bioinformatyka jest dynamicznie rozwijającą się gałęzią nauki, łączy najnowsze podejścia z zakresu biochemii, biotechnologii i biologii molekularnej z zaawansowanymi metodami i narzędziami informatycznymi. Jej znaczenie jest nie do przecenienia w świetle lawinowo rosnących zasobów danych cyfrowych o charakterze biologicznym, przede wszystkim danych molekularnych uzyskiwanych z sekwencjonowania genomów: człowieka, zwierząt, roślin i drobnoustrojów. Rozwój bioinformatyki wymaga kształcenia nowych specjalistów rozumiejących problemy pojawiające się na gruncie biologii molekularnej i potrafiących stosować metody informatyczne oraz tworzyć narzędzia informatyczne do rozwiązywania tych problemów. Rozwój w Polsce społeczeństwa i gospodarki opartych na wiedzy również wymaga specjalistów kompetentnych w zakresie biotechnologii i bioinformatyki, zwłaszcza w obliczu obecnego stanu rozwoju technologii służącej rozpoznawaniu i analizie genomów oraz innym bieżącym potrzebom związanym z biologią molekularną.

Kierunek Bioinformatyka jest prowadzony na Politechnice Poznańskiej, na (obecnie) Wydziale Informatyki i Telekomunikacji od 2010 r. Utworzony został jako makrokierunek na mocy porozumienia pomiędzy Politechniką Poznańską i Uniwersytetem im. Adama Mickiewicza, a motywacją do tego działania była analiza potrzeb rynku oraz wyzwań naukowych współczesnej biologii i nauk pokrewnych. Stało się to możliwe m.in. dzięki silnej kadrze pracowników naukowych specjalizujących się w bioinformatyce, zatrudnionych w Instytucie Informatyki PP. Oferta kształcenia bioinformatyków cieszy się niestabnym zainteresowaniem, do tej pory jest to jeden z nielicznych tego typu kierunków w Polsce. Studenci pozyskują wiedzę o najnowszych osiągnięciach, metodach i technologiach bioinformatycznych oraz kształceni są w umiejętności wykorzystywania istniejących metod i narzędzi informatycznych, jak również tworzenia własnych, do rozwiązywania problemów pojawiających się obecnie na gruncie biologii molekularnej.

Współpraca z Uniwersytetem im. Adama Mickiewicza właśnie się kończy. Nowy kierunek jest efektem współpracy z Wydziałem Technologii Chemicznej PP, gdzie zatrudnione jest grono specjalistów z zakresu chemii organicznej, biochemii, biologii komórkowej i biotechnologii. Kadra nauczycieli akademickich z WTCh oraz zasoby laboratoryjne tego wydziału zapewnią kompleksową realizację treści programowych związanych z tymi obszarami. Dodatkowo wspomagać kształcenie studentów z zakresu biologii molekularnej, genomiki i proteomiki będą pracownicy naukowcy Instytutu Chemii Bioorganicznej PAN w Poznaniu.

Studia drugiego stopnia na kierunku Bioinformatyka proponowane są w formie studiów 4-semesteralnych dla (głównie) kandydatów z tytułem zawodowym licencjata. Studia te mają uzupełniać ich kompetencje inżynierskie i kończyć się uzyskaniem tytułu zawodowego magistra inżyniera. Absolwenci kierunku dysponować będą umiejętnościami i kompetencjami w zakresie biochemii, biologii molekularnej, informatyki i bioinformatyki i kształceni będą ze szczególnym uwzględnieniem technicznych aspektów obecnych w poszczególnych obszarach. Rozumiejąc procesy i zjawiska

biologiczne oraz dysponując szeroką wiedzą informatyczną, będą szczególnie predysponowani do podejmowania działań badawczych i aplikacyjnych na styku tych obszarów. Duża liczba przedmiotów obieralnych w programie studiów umożliwi każdemu studentowi wybór dostosowanego do indywidualnych zainteresowań profilu kształcenia. Absolwenci studiów drugiego stopnia będą mieli wiedzę teoretyczną i praktyczną pozwalającą analizować, opisywać i wyjaśniać procesy i zjawiska przyrodnicze, także z wykorzystaniem informatycznych metod analizy danych i systemów. Będą potrafili łączyć w sposób twórczy narzędzia biologii i informatyki w celu projektowania i przeprowadzania eksperymentów badawczych oraz wszechstronnej analizy uzyskanych wyników. Będą w stanie ocenić przydatność oraz dostosować dostępne narzędzia informatyczne do rozwiązania zaawansowanych problemów biologicznych. Nabędą też umiejętność projektowania i konstruowania nowych narzędzi informatycznych do rozwiązania konkretnego problemu biologicznego. Będą przygotowani do pracy w zespołach biologów lub informatyków oraz do koordynowania pracy w grupach złożonych ze specjalistów obu dziedzin. Absolwenci mogą podjąć pracę w przedsiębiorstwach wykorzystujących metody bioinformatyki, biologii i informatyki. Będą przygotowani do samodzielnej pracy badawczej i analitycznej w instytucjach naukowo-badawczych oraz laboratoriach badawczych, kontrolnych lub diagnostycznych, a także w jednostkach administracji na stanowiskach wymagających przygotowania biologicznego lub informatycznego. Mogą także podjąć studia doktoranckie w zakresie studiowanych obszarów wiedzy.

Potrzebę kształcenia bioinformatyków potwierdza zainteresowanie firm biotechnologicznych naszymi absolwentami (np. Roche). Przemysł biotechnologiczny w Polsce rozwija się, z czasem przechodząc do bardziej zaawansowanych prac badawczych, firmy dostrzegają konieczność zatrudnienia wykwalifikowanych pracowników. Przykładowo, w firmie genXone, która jako pierwsza wykryła w Polsce brytyjski wariant wirusa SARS-CoV-2, pracuje co najmniej jeden absolwent naszej Bioinformatyki. Zainteresowanie absolwentami Bioinformatyki deklaruje także inna polska firma, OncoArendi Therapeutics, która w listopadzie 2020 zawarła największą pod względem wartości umowę w historii branży biotechnologicznej w Polsce (322 mln euro) z jedną z najważniejszych europejskich firm z tej branży.

Strategia Uczelni odwołuje się do hasła „Jedność celów i miejsca – różnorodność możliwości”. Koncepcja nowego kierunku idealnie wpasowuje się w ten cel. Wydziały współtworzące kierunek współdzielą zarówno lokalizację w nowoczesnym kampusie Warta, podejście do badań naukowych i otwarcie na nowe koncepcje, jak również zaangażowanie w nowoczesne technologie i w kształcenie absolwentów o silnej pozycji na rynku pracy. Kierunek rozszerza ofertę studiów międzywydziałowych, pozwalających lepiej wykorzystać zasoby ludzkie i techniczne Uczelni. Koncepcja kierunku nawiązuje bezpośrednio do elementu strategii, tj. realizacji kształcenia przygotowującego do pracy i funkcjonowania w społeczeństwie opartym na wiedzy. Utrzymująca się sytuacja w kraju i na świecie przyczyniła się do zwiększenia w społeczeństwie świadomości znaczenia i potrzeby badań z zakresu biotechnologii i bioinformatyki. Dotychczasowe kształcenie na kierunku Bioinformatyka wykazało otwarcie rynku pracy na naszych absolwentów i sprawdziło się jako wkład w budowę w Polsce konkurencyjnej gospodarki.

### **III. Opis działań na rzecz doskonalenia programu studiów oraz zapewniania jakości kształcenia**

Nadzór nad planem i programem studiów kierunku Bioinformatyka, treściami realizowanymi w ramach poszczególnych przedmiotów oraz nad jakością kształcenia sprawuje międzywydziałowa Rada Programowa złożona z przedstawicieli Wydziału Informatyki i Telekomunikacji oraz Wydziału Technologii Chemicznej. Rada spotykać się będzie okresowo celem udoskonalenia procesu kształcenia lub dostosowania go do obowiązujących przepisów.

W uzupełnieniu powyższych działań służyć będą wydziałowe systemy zapewnienia jakości kształcenia, wdrożone na obu wydziałach, uwzględniające działania na rzecz doskonalenia jakości kształcenia na prowadzonych kierunkach studiów. Ich elementem było powołanie Komisji ds. Jako-

ści Kształcenia na WliT oraz Zespołu ds. Zapewnienia Jakości Kształcenia na WTCh, w skład których wchodzi pracownicy wydziałów, przedstawiciele doktorantów i studentów. Zespoły te monitorować będą proces kształcenia na kierunku Bioinformatyka i wdrażać odpowiednie procedury zdefiniowane w wydziałowych systemach zapewnienia jakości kształcenia.

Działania mające na celu podniesienie jakości kształcenia oraz kontrolę i doskonalenie realizacji programu kształcenia obejmują:

- cosemestralne ogólnouczelniane ankiety studenckie oceny zajęć i prowadzących oraz związane z tym procesem systemy nagradzania wykładowców i hospitacji zajęć,
- ocenę dyscypliny prowadzenia zajęć i konsultacji, opcjonalnie w przypadku napływających skarg studentów,
- opcjonalne krótkie ankiety przeprowadzane przez nauczycieli akademickich we własnym zakresie,
- obsługę procesu dyplomowania wg ściśle zdefiniowanych zasad i procedur.

Wydział Informatyki PP (obecnie WliT) wdrożył już w roku 2012 wewnętrzny system zapewnienia jakości kształcenia, uwzględniający działania na rzecz doskonalenia jakości kształcenia na prowadzonych kierunkach studiów.

Wydziałowy System Zapewnienia Jakości Kształcenia (WSZJK) ma kompleksowy charakter, tj. obejmuje wszystkie elementy składowe procesu kształcenia, w tym przepisy wewnętrzne, zasady i procedury dotyczące:

- analizy przygotowania kandydatów na studia;
- oceny programów kształcenia, w tym zasad projektowania, dokonywania zmian i zatwierdzania programu kształcenia oraz sposobów i zakresu jego bieżącego monitorowania oraz okresowego przeglądu na wszystkich stopniach studiów, w tym ocenę zgodności zakładanych efektów uczenia się z potrzebami rynku pracy (§ 4 strona 5 j.w.);
- oceny realizacji zakładanych efektów uczenia się, metod weryfikacji ich osiągania oraz procesu kształcenia i jego jakości, a także przydatności efektów uczenia się na rynku pracy i w dalszym kształceniu (§ 5 – strona 6 j.w.);
- innych działań mających na celu podniesienie jakości kształcenia (§ 6 – strona 9 j.w.);
- działań mających na celu podniesienie jakości systemu wsparcia studentów oraz pośrednio podniesienie jakości kształcenia (§ 7 – strona 18 j.w.);
- działań mających na celu rozwiązywanie sytuacji konfliktowych i eliminowanie zjawisk patologicznych (§ 8 – strona 19 j.w.);
- działań związanych z doskonaleniem WSZJK (§ 9 – strona 21 j.w.).

Programy kształcenia lub istotne zmiany w tych programach są opracowywane przez *Wydziałową Komisję ds. Jakości Kształcenia* – Informatyka (WKJK) lub podkomisję WKJK. Ważnym elementem prac w trakcie projektowania programów lub dokonywania w nich zmian są konsultacje z interesariuszami zewnętrznymi (Radą Pracodawców) oraz wewnętrznymi (pracownikami i Samorządem Studentów). Programy kształcenia lub zmiany w nich dokonywane przed ich zaproponowaniem przez Radę Wydziału Informatyki i Telekomunikacji muszą być zaopiniowane przez:

- Samorząd Studentów oraz WKJK, według procedury nr 1 zdefiniowanej w ramach Wydziałowego Systemu Zapewnienia Jakości.
- Radę Pracodawców według procedury nr 2 zdefiniowanej ramach WSZJK. Wydziałowy Pełnomocnik ds. Jakości Kształcenia (WPJK) w trakcie procesu przygotowywania ważnych zmian w programach kształcenia – zmian mających na celu odzwierciedlenie potrzeb rynku pracy w procesie kształcenia – zwraca się do członków Rady Pracodawców WliT PP z prośbą o wyrażenie opinii o tych propozycjach, przede wszystkim pod kątem dostosowywania procesu kształcenia do potrzeb pracodawców.

Procesy te mogą być uzupełnione przez opcjonalną procedurę nr 3 oceny zasadności przydziału punktów ECTS do poszczególnych przedmiotów zdefiniowaną w ramach (strona 43).

W kontekście zapewnienia jakości kształcenia i zasad dokonywania zmian w programach, warto zwrócić uwagę na wspomniane już wcześniej następujące działania:

- W roku 2016 był realizowany wspólny projekt WI PP i firmy *Capgemini – Consulting, Technology, Outsourcing* pt. „*Analiza profilu studenta Wydziału Informatyki PP*”. Celem projektu była analiza i dostosowanie koncepcji i programu kierunku Informatyka do aktualnych wymagań rynku pracy. Wyniki projektu umożliwiły optymalizację i dostosowanie programu studiów do oczekiwań pracodawców. Takie działania zwiększają szanse studentów na podjęcie pracy na interesujących stanowiskach.
- W latach 2016-18 przy opracowywaniu i aktualizowaniu koncepcji, efektów i programu kształcenia przeprowadzono konsultacje, w których uczestniczyły: *Rada Pracodawców, Samorząd Studentów* oraz *Wydziałowa Komisja ds. Jakości Kształcenia dla kierunku Informatyka*;
- Konsultacje te polegały na przedstawieniu koncepcji, efektów i programu kształcenia w/w interesariuszom na spotkaniach roboczych, ale korzystano również z formy elektronicznej tych konsultacji, tj. wymiany poglądów drogą mailową.

Zapewnianie jakości programu kształcenia jest wspierane dodatkowo przez arkusze Excel, w których zdefiniowano programy kształcenia kierunku Informatyka. Opracowane na Wydziale Informatyki PP makra do tych arkuszy, analizują realizację wszystkich efektów uczenia się dla danego kierunku i stopnia studiów oraz weryfikują poprawność parametrów godzinowych, rodzajów zajęć, punktów ECTS i innych wymogów zawartych w rozporządzeniu MNiSzW w sprawie warunków prowadzenia studiów.

Monitorowanie oraz okresowe przeglądy programów kształcenia są realizowane przez WKJK oraz przez osoby odpowiedzialne za dane moduły kształcenia przed rozpoczęciem danego cyklu zajęć wg procedury nr 4 w rozdziale *Procedury obowiązujące w ramach Wydziałowego Systemu Zapewnienia Jakości Kształcenia*. Celem tej procedury jest ocena aktualności programu oraz uwzględnienie w programie studiów najnowszych osiągnięć nauki i techniki w zakresie poszczególnych modułów kształcenia.

Wydziałowy Pełnomocnik ds. Jakości Kształcenia inicjuje proces przeglądu programu kształcenia wysyłając przed rozpoczęciem roku akademickiego odpowiednią informację do wszystkich osób odpowiedzialnych za poszczególne przedmioty. Osoby te dokonując przeglądu sylabusów (w pierwszej kolejności szczegółowych efektów uczenia się, treści kształcenia i piśmiennictwa) oraz treści programowych prezentowanych na zajęciach mogą, jeśli zachodzi taka potrzeba, korzystać z uwag interesariuszy wewnętrznych (innych zainteresowanych wykładowców oraz studentów uczestniczących w badaniach ankietowych) i zewnętrznych. Po wprowadzeniu zmian w treści sylabusu, jego nowa wersja jest zapisywana do systemu informatycznego Karty ECTS i jest udostępniana studentom – odpowiednio do wprowadzonych zmian uaktualniane są wykłady i inne formy zajęć danego przedmiotu.

Ocena realizacji zakładanych efektów uczenia się, metod weryfikacji ich osiągnięcia oraz procesu kształcenia i jego jakości opiera się na zasadach i procedurach zdefiniowanych w § 5 WSKJK. Inicjowana i wykonywana przez Wydziałowego Pełnomocnika ds. Jakości Kształcenia analiza i ocena systemu weryfikacji efektów uczenia się dotyczy nowo opracowywanych programów kształcenia i jest przeprowadzana pod kątem sposobu realizacji programu, zakładanych efektów uczenia się oraz metod weryfikacji osiąganych efektów uczenia się, które są opisane w formie podsumowującej we wspomnianych wyżej arkuszach z programami kształcenia (podano tam możliwe sposoby weryfikowania efektów uczenia się w trakcie całego procesu kształcenia na danym kierunku, stopniu i formie studiów) oraz szczegółowo w kartach ECTS poszczególnych przedmiotów.

Analizę uzyskanych efektów uczenia się wykonuje osoba odpowiedzialna za przedmiot według procedury nr 5 – rozdział *Procedury obowiązujące w ramach Wydziałowego Systemu Zapewnienia Jakości Kształcenia*, realizowanej po pierwszej edycji przedmiotu lub okresowo lub po wprowadzeniu ważnych zmian w programie przedmiotu, które mogą mieć wpływ na osiągane efekty uczenia się.

Dodatkowe wsparcie w procesie oceny osiągnięcia efektów uczenia się zapewnia system informatyczny eProto. System ten zawiera moduł analizy wyników nauczania dla poszczególnych przedmiotów i prowadzących na wszystkich stopniach i formach studiów. System opracowany przez studentów kierunku Informatyka w ramach pracy inżynierskiej, generuje automatycznie na podstawie danych pamiętanych w bazie danych systemu eProto, rozkład ocen dla egzaminów oraz statystyki studentów przystępujących do egzaminów. Rozkłady ocen są prezentowane arkuszach Excel – w pierwszym arkuszu znajduje się tabela z ocenami ze wszystkich przedmiotów na wybranym kierunku i stopniu studiów, a w kolejnych arkuszach histogramy dla konkretnych przedmiotów. Analiza wyników nauczania jest przeprowadzana po każdej sesji egzaminacyjnej przez Prodziekana ds. Kształcenia. Analiza dotyczy skuteczności studiowania i osiąganych wyników. Analizy te są wykorzystywane w doskonaleniu procesu kształcenia – w przypadku nieuzasadnionego podwyższonego poziomu liczby negatywnych ocen wystawionych studentom lub znaczących odstępstw od normy w kwestii rozkładu ocen końcowych w ramach danego przedmiotu, wdrażane są działania naprawcze, których wstępnym etapem jest rozmowa wyjaśniająca z pracownikiem i ewentualnie hospitacja zajęć.

Metody weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się opracowuje / koryguje odpowiedzialny za przedmiot w oparciu o procedurę nr 6 opracowywania egzaminów / zaliczeń sesyjnych – patrz rozdział *Procedury obowiązujące w ramach Wydziałowego Systemu Zapewnienia Jakości Kształcenia* – mającą na celu standaryzację wymagań oraz zapewnienie przejrzystości i obiektywizmu formułowania ocen.

Przyjęto założenie, że system sprawdzania i oceniania stopnia osiągnięcia efektów uczenia się powinien być przejrzysty, zapewniać rzetelność i wiarygodność wyników sprawdzania i oceniania, przejrzystość i obiektywizm formułowania ocen oraz powinien umożliwiać ocenę stopnia osiągnięcia przez studentów zakładanych efektów uczenia się, w tym w szczególności w zakresie pogłębionej wiedzy, umiejętności prowadzenia badań naukowych oraz kompetencji społecznych niezbędnych w działalności badawczej. System oceny osiągnięć studentów jest zorientowany na proces uczenia się, a wymagania w nim określone są standaryzowane, wg następujących założeń:

Ocena	2.0	3.0	3.5 – 4.0	4.5 – 5.0
<b>Kryteria</b>	Brak odpowiedzi lub bardzo ograniczona znajomość tematu. Nie zna w podstawowym zakresie omawianych zagadnień.	Znajomość tematu ograniczona do koniecznego minimum. Zna w podstawowym zakresie omawianych zagadnień i ich rozwiązania.	Zadowolająca znajomość tematu. Zna i rozumie rozwiązania omawianych problemów.	Bardzo dobry poziom znajomości tematu wykraczający poza normy programowe. Ma pogłębioną wiedzę nt. omawianych problemów i ich rozwiązań.

Opiekun praktyk na podstawie dostarczonych przez studentów dzienników praktyk, wykonuje po zakończeniu danej edycji praktyk, analizę zakładanych i osiąganych efektów uczenia się. Wyniki tej analizy mogą być wykorzystane przy następnej edycji praktyk do skorygowania listy firm, w których studenci odbywają praktyki.

Analizę uzyskiwanych efektów uczenia się i metod weryfikacji ich osiągnięcia, oprócz działań wymienionych wyżej, może – jeśli zachodzi taka potrzeba – uzupełniać opinia sporządzana przez koordynatora przedmiotu po zakończeniu sesji poprawkowej, na podstawie informacji uzyskanych od pozostałych osób prowadzących przedmiot oraz opinia wybranych członków Rady Pracodawców (po jej zasięgnięciu przez WPJK drogą elektroniczną). Opinia przekazywana jest Wydziałowemu Pełnomocnikowi ds. Jakości Kształcenia, który może ją wykorzystać do podjęcia działań na rzecz doskonalenia programu kształcenia. Opinia ta, jeśli jest przygotowywana, to powinna zawierać odpowiedzi na następujące pytania:

- czy forma zajęć (wykład/lab./ćw./proj./inne) jest właściwa?
- czy liczba godzin zajęć bezpośrednich jest zbyt mała/za duża/właściwa?
- czy semestr realizacji przedmiotu jest właściwy?
- które efekty, określone w sylabusie przedmiotu, sprawiły studentom największe problemy?
- oraz wnioski.

Analiza przydatności efektów uczenia się na rynku pracy jest realizowana wraz z przedstawioną powyżej oceną programów kształcenia. Jak już wspomniano wcześniej, Rada Pracodawców WliT wyraża swoją opinię na ten temat (procedura nr 2 zdefiniowana ramach) w trakcie procesu przygotowywania ważnych zmian w programach kształcenia – zmian mających na celu odzwierciedlenie potrzeb rynku pracy w procesie kształcenia. Ocena interesariuszy zewnętrznych jest wykorzystywana w doskonaleniu programu kształcenia – przykłady takich działań przedstawiono powyżej przy okazji omawiania zasad projektowania, dokonywania zmian i zatwierdzania programu kształcenia.

Inne działania mające na celu podniesienie jakości kształcenia oraz kontrolę i doskonalenie realizacji programu kształcenia obejmują:

- co semestralne ogólnouczelniane ankiety studenckie oceny zajęć i prowadzących obejmujące I i II stopień studiów oraz związane z tym procesem systemy:
  - nagradzania wykładowców,
  - hospitacji zajęć,
- ocena dyscypliny prowadzenia zajęć i konsultacji, opcjonalnie w przypadku napływających skarg studentów,
- opcjonalne krótkie ankiety przeprowadzane przez nauczycieli akademickich we własnym zakresie, w przypadku zajęć przypisanych do klasy „obserwowalne” – ankieta zajęciowa umożliwia szybką reakcję na uwagi studentów,
- zapewnienie odpowiedniej jakości kadry dydaktycznej poprzez:
  - zdefiniowanie zasad obsady zajęć dydaktycznych,
  - zdefiniowanie obowiązków prowadzących zajęcia,
  - co semestralne hospitacje zajęć,
- obsługę procesu dyplomowania wg ściśle zdefiniowanych zasad i procedur,
- uwzględnianie w programie kształcenia wyników monitorowania karier zawodowych absolwentów.

Zwróćmy uwagę na wybrane elementy tego rozbudowanego systemu.

Na przełomie semestrów od blisko 20 lat przeprowadzane są badania ankietowe (poprzedzone akcją informacyjną) oceniające kompleksowo wszystkie przedmioty i nauczycieli akademickich. Aktualnie wykorzystywany kwestionariusz elektroniczny obejmuje grupy pytań dotyczące organizacji, poziomu merytorycznego i sposobu prowadzenia zajęć, stosunku prowadzącego do studentów. Ankietowanie jest realizowane z wykorzystaniem systemu informatycznego eAnkieta opracowanego na Wydziale Informatyki PP, który zapewnia anonimowość, umożliwia analizę wyników i generowanie raportów.

Jeśli chodzi o sposoby wykorzystania wniosków z ocen nauczycieli akademickich dokonywanych przez studentów, to wyniki ankietowania zajęć są brane pod uwagę przez Komisję Dziekańską ds. Nagród przy rekomendowaniu Radzie Wydziału Informatyki i Telekomunikacji pracowników kandydujących do Nagrody JM Rektora PP za osiągnięcia dydaktyczne oraz przez Wydziałowego Pełnomocnika ds. Jakości Kształcenia przy opracowywaniu planu hospitacji zajęć w danym semestrze. Wyniki ankiet brane są również pod uwagę przy ocenie okresowej pracowników. W przypadku długotrwale powtarzających się negatywnych ocen, WPJK przeprowadza rozmowę wyjaśniającą z pracownikiem, a w przypadku braku reakcji na zastrzeżenia wnioskuję o odsunięcie pracownika od prowadzenia źle ocenianych zajęć.

Jak już wspomniano wyżej, wnioski z ocen dokonywanych przez studentów wykorzystuje się również w procesie hospitacji zajęć. Listę osób prowadzący zajęcia, kierowanych na hospitację, określa Wydziałowy Pełnomocnik ds. Jakości Kształcenia na podstawie wyników ankiet, o których mowa powyżej – proces hospitacji realizowany jest w odniesieniu do wybranych zajęć, które w ankietach studenckich otrzymały średnią ocenę poniżej progu ustalonego przez WPJK. Na WliIT realizowane są dwie formy hospitacji:

- **klasyczne** – wizytacja hospitowanych zajęć przez doświadczonych bardzo dobrze ocenianych przez studentów;
- **odwrotne** – wykładowcy, których zajęcia zostały ocenione poniżej ustalonego progu, są wysyłani na zajęcia prowadzone przez doświadczonych bardzo dobrze ocenianych przez studentów wykładowców.

Wydział Informatyki i Telekomunikacji, jeśli zachodzi taka potrzeba, uwzględnia w programie kształcenia wyniki monitorowania karier zawodowych absolwentów. Wykorzystywane są w tym celu następujące narzędzia:

- W zbieraniu danych na temat ekonomicznych losów absolwentów WliIT PP wykorzystuje ogólnopolski system monitorowania ELA dostępny pod adresem <http://absolwenci.nauka.gov.pl> – głównym źródłem przedstawianych tam informacji są dane pochodzące z systemu Zakładu Ubezpieczeń Społecznych oraz z systemu Pol-on;
- Wydział Informatyki i Telekomunikacji wykorzystuje do śledzenia karier analizę prywatnych portali absolwentów w serwisach społecznościowych, takich jak: LinkedIn, Facebook;
- Utworzono w serwisie LinkedIn grupę dla absolwentów Wydziału.

W w/w mediach społecznościowych absolwenci oprócz tego, że zamieszczają informacje o swoich sukcesach i szczeblach kariery zawodowej, to dzielą się również swoimi spostrzeżeniami dotyczącymi programu kształcenia.

Warto również wspomnieć o wykonywanych dodatkowych badaniach wśród absolwentów – ocena jakości kształcenia i elementów składowych procesu kształcenia.

Na Wydziale Informatyki i Telekomunikacji funkcjonuje rozbudowany system ankietowania, którego celem jest podniesienie jakości systemu wsparcia studentów oraz pośrednio podniesienie jakości kształcenia – obejmuje on ocenę:

- bazy laboratoryjnej,
- warunków socjalnych (m.in. domy studenckie, stołówki),
- obsługi administracyjnej,
- zasobów i systemów informacyjnych,
- stopnia zadowolenia studentów ze studiów,
- i innych.

Wykorzystuje się tutaj system informatyczny generowania i przeprowadzania ankiet, opracowany specjalnie w tym celu na WI PP, przez studentów I stopnia studiów w ramach prac inżynierskich.

#### **IV. Opis prowadzonej działalności naukowej w dyscyplinie lub dyscyplinach**

*Większość pracowników prowadzących zajęcia na kierunku Bioinformatyka prowadzi działalność naukową w tym lub pokrewnych obszarach i dzieli się ze studentami swoją wiedzą i doświadczeniem w ramach zajęć. Pracownicy naukowo-dydaktyczni PP zaangażowani w kształcenie na kierunku zadeklarowali się jako reprezentujący jedną z dyscyplin przypisanych do kierunku. Działalność poszczególnych pracowników naukowych opisana została w ramach ich charakterystyki zawartej w wykazach z załączników E i F.*



Wśród zagadnień badawczych z zakresu bioinformatyki, którymi zajmują się w ramach działalności naukowej pracownicy PP, można wyróżnić m.in.:

- Opracowywanie algorytmów dla problemów analizy i przetwarzania sekwencji nukleotydowych i aminokwasowych: sekwencjonowania, asemblacji, mapowania DNA, dopasowania sekwencji globalnego, lokalnego i semiglobalnego, wyszukiwania motywów w sekwencjach.
- Opracowywanie algorytmów dla problemów bioinformatyki strukturalnej i biologii RNA, np. symulowania procesu zwijania cząsteczki RNA, modelowania i analizy struktur 3D cząsteczek biologicznych, przetwarzania danych strukturalnych i eksperymentalnych.
- Zastosowanie metod uczenia maszynowego i wizualizacji w modelowaniu i ocenie jakości struktur przestrzennych białek.
- Analiza danych pochodzących z technologii wysokoprzepustowych: mikromacierzy DNA, sekwencjonowania nowej generacji, spektrometrii mas.
- Projektowanie nowych rodzajów mikromacierzy DNA.
- Biologiczne aplikacje baz danych.
- Obrazowanie mikroorganizmów i wirusów za pomocą mikroskopii sił atomowych.
- Zastosowanie podejść i narzędzi informatycznych do analizy danych biomedycznych, projektowanie nowych rozwiązań informatycznych z zastosowaniem w medycynie.
- Realizacja algorytmów dla problemów bioinformatycznych z wykorzystaniem mechanizmów współbieżności.
- Badanie nowych klas grafów, opracowywanie nowych modeli grafowych oraz zastosowanie istniejących modeli i problemów z teorii grafów do problemów pojawiających się na gruncie biologii molekularnej.
- Analiza złożoności obliczeniowej problemów bioinformatycznych.
- Modelowanie i analiza złożonych systemów biologicznych, m. in. za pomocą sieci Petriego i ich rozszerzeń oraz za pomocą równań różniczkowych.

## **V. Opis kompetencji oczekiwanych od kandydata ubiegającego się o przyjęcie na studia**

O przyjęcie na studia drugiego stopnia mogą ubiegać się kandydaci, których pierwszy stopień studiów zakończył się nadaniem tytułu zawodowego licencjata bądź inżyniera i w trakcie których kandydat przyswoił sobie efekty kształcenia zdefiniowane dla pierwszego stopnia studiów kierunku Bioinformatyka. Weryfikacja opanowania przez kandydata efektów kształcenia realizowana będzie poprzez rozmowę kwalifikacyjną przeprowadzaną przed komisją kwalifikacyjną.

(Uchwała Nr 232/2016-2020 Senatu Akademickiego Politechniki Poznańskiej z dnia 10 czerwca 2020 r. w sprawie warunków i trybu przyjmowania na studia w roku akademickim 2021/2022)

## **VI. Opis warunków prowadzenia studiów oraz sposobu organizacji i realizacji procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się**

### **1. Wykaz nauczycieli akademickich oraz innych osób, proponowanych do prowadzenia zajęć:**

Należy podać:

- a) imiona i nazwisko,
- b) informację o zatrudnieniu nauczyciela akademickiego w uczelni albo terminie podjęcia przez niego zatrudnienia w uczelni, ze wskazaniem, czy uczelnia stanowi lub będzie stanowić dla niego podstawowe miejsce pracy,
- c) w przypadku nauczyciela akademickiego - informacje o kompetencjach, w tym o dorobku dydaktycznym, naukowym lub artystycznym wraz z wykazem publikacji lub opis doświadczenia zawodowego w zakresie programu studiów, a w przypadku innej osoby – informacje potwierdzające posiadanie kompetencji i doświadczenia pozwalających na prawidłową realizację zajęć.

Charakterystyka kadry z Wydziału Informatyki i Telekomunikacji PP znajduje się w załączniku E, kadry z Wydziału Technologii Chemicznej PP w załączniku F, informacja o zatrudnieniu odpowiednio w załącznikach G i H.

### **2. Planowany przydział i wymiar zajęć dla nauczycieli akademickich oraz innych osób, propono-**

wanych do prowadzenia zajęć:

Należy uwzględnić:

- liczby godzin zajęć przydzielonych nauczycielowi akademickiemu zatrudnionemu w uczelni jako podstawowym miejscu pracy,
- zajęć kształtujących umiejętności praktyczne w ramach studiów o profilu praktycznym lub zajęć związanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w ramach studiów o profilu ogólnoakademickim,
- przewidywaną liczbę studentów.

Przydział zajęć dla kadry z Wydziału Informatyki i Telekomunikacji PP znajduje się w załączniku G, dla kadry z Wydziału Technologii Chemicznej PP w załączniku H.

**3. Informacje na temat infrastruktury, w tym opis laboratoriów, pracowni, sprzętu i wyposażenia, niezbędnych do prowadzenia kształcenia.**

Infrastruktura Wydziału Informatyki i Telekomunikacji PP została opisana w załączniku I, Wydziału Technologii Chemicznej PP w załączniku J.

**4. Informacje na temat zapewnienia możliwości korzystania z zasobów bibliotecznych oraz z elektronicznych zasobów wiedzy, w szczególności z Wirtualnej Biblioteki Nauki i Cyfrowej Wypożyczalni Publikacji Naukowych Academica.**

Informacja nt. zasobów bibliotecznych z zakresu bioinformatyki znajduje się w załączniku K.

**VII. Wykaz załączników niezbędnych przy tworzeniu kierunku studiów**

**1. Przewidywany harmonogram realizacji programu studiów w poszczególnych semestrach i latach cyklu kształcenia – Załącznik A oraz poniższa tabela.**

Tabela 7.1 Harmonogram realizacji programu studiów stacjonarnych (zastosowane oznaczenia: O – ogółem, W – wykład, C – ćwiczenia, L – laboratorium, P – projekt, ECTS – liczba punktów ECTS, E – egzamin)

L.p.	Nazwa przedmiotu	Liczba godzin					ECTS	E
		O	W	C	L	P		
<b>SEMESTR I</b>								
1	Zaawansowane metody optymalizacji	30	15	-	15	-	2	-
2	Zaawansowane programowanie	60	30	-	30	-	5	-
3	Biologiczne aplikacje baz danych	60	30	-	30	-	5	-
4	Genomika populacji	60	30	-	30	-	5	X
5	Zaawansowane metody analityczne	45	30	-	15	-	3	-
6	Biotechnologia	60	30	-	30	-	6	X
7	Bezpieczeństwo procesów przemysłowych	30	15	15	-	-	2	-
8	Communication in English	30	-	30	-	-	2	-
9	Podstawowe szkolenie z zakresu BHP	4	4	-	-	-	0	-
<i>Razem w semestrze I:</i>		<b>379</b>	184	45	150	0	<b>30</b>	<b>2</b>
<b>SEMESTR II</b>								
1	Modelowanie procesów biologicznych	30	15	-	15	-	2	-
2	Bioinformatyka strukturalna	30	15	-	15	-	3	X
3	Informatyka w medycynie	45	30	-	15	-	3	-
4	Obliczenia wielkiej skali	45	15	-	30	-	4	-
5	Biokrytalografia makromolekularna	60	30	-	30	-	5	-
6	Techniki separacji bioskładników	60	30	-	30	-	5	X

7	Toksykologia	30	30	-	-	-	2	-
8	Przedmiot obieralny 1	60	30	-	30	-	4	-
8a	Biomateriały							
8b	Materiały do zastosowań biomedycznych							
9	Scientific & Technical Writing	30	-	30	-	-	2	-
<i>Razem w semestrze II:</i>		<b>390</b>	195	30	165	0	<b>30</b>	<b>2</b>
<b>SEMESTR III</b>								
1	Biologia systemowa	60	30	-	30	-	6	X
2	Analiza danych wysokoprzepustowych	30	15	-	15	-	3	-
3	Immunologia obliczeniowa	30	15	-	15	-	2	-
4	Biosensory	30	15	-	15	-	2	-
5	Podstawy modelowania molekularnego	30	15	-	15	-	2	-
6	Przedmiot obieralny 2	60	30	-	30	-	4	-
6a	Analiza danych genomicznych w środowisku Bioconductor							
6b	Zmienność strukturalna genomów							
7	Przedmiot obieralny 3	60	30	-	30	-	4	-
7a	Tworzenie aplikacji internetowych i mobilnych							
7b	Systemy zarządzania treścią							
8	Przedmiot obieralny 4	30	15	-	15	-	2	-
8a	Metody statystyczne w bioinformatyce strukturalnej							
8b	Wizualizacja strukturalna							
9	Przedmiot obieralny 5	60	30	-	30	-	4	-
9a	Biomimetyka: preparatyka bioinspirowanych materiałów							
9b	Materiały i technologie biomimetyczne							
10	Seminarium dyplomowe	15	-	-	-	15	1	-
<i>Razem w semestrze III:</i>		<b>405</b>	195	0	195	15	<b>30</b>	<b>1</b>
<b>SEMESTR IV</b>								
1	Podejścia systemowe w badaniach biomedycznych	30	15	15	-	-	2	-
2	Analiza filogenetyczna	30	15	-	15	-	2	-
3	Projektowanie i fizykochemia materiałów biomedycznych	60	30	-	30	-	4	-
4	Przedmiot obieralny 6	30	15	-	15	-	2	-
4a	Techniki separacyjne i łączone w analityce związków bioaktywnych							
4b	Rozwiązania sprzętowe stosowane w analityce związków bioaktywnych							
5	Przedmiot obieralny 7	30	15	-	15	-	2	-
5a	Modelowanie molekularne biocząsteczek							
5b	Zaawansowane metody modelowania molekularnego							
6	Przedmiot obieralny humanistyczny/społeczny	45	30	15	-	-	3	-
6a	Marketing i elementy kompetencji menedżerskich							
6b	Koncepcje i narzędzia zarządzania nowoczesnym przedsiębiorstwem							
7	Seminarium dyplomowe	15	-	-	-	15	1	-
8	Przygotowanie pracy dyplomowej	-	-	-	-	-	14	-
<i>Razem w semestrze IV:</i>		<b>240</b>	120	30	75	15	<b>30</b>	<b>0</b>
<b>Razem:</b>		<b>1414</b>	694	105	585	30	<b>120</b>	<b>5</b>

2. **Karty opisu przedmiotów (karty ECTS)** – komplet kart w języku polskim i angielskim – Załącznik D.
3. **Kopia opinii odpowiedniej Rady Wydziału** – Załącznik L.
4. **Kopia opinii samorządu studenckiego** dotycząca programu studiów – Załącznik M.
5. **Kopia deklaracji nauczycieli akademickich** o terminie zatrudnienia w uczelni i wymiarze czasu pracy, ze wskazaniem, czy uczelnia będzie stanowić podstawowe miejsce pracy, a w przypadku innych osób proponowanych do prowadzenia zajęć – o terminie rozpoczęcia prowadzenia zajęć – Załącznik N.
6. **Kopie porozumień z pracodawcami** albo deklaracji pracodawców w sprawie przyjęcia określonej liczby studentów na praktyki.

*Nie dotyczy.*

**VIII. Dodatkowe załączniki niezbędne przy tworzeniu kierunku studiów w przypadku występowania o pozwolenie do Ministerstwa:**

1. **Kopia aktu** wydanego przez rektora w sprawie utworzenia studiów na określonym kierunku, poziomie i profilu.
2. **Kopia uchwały senatu w sprawie ustalenia programu studiów** wraz z tym programem studiów.
3. **Kopie dokumentacji potwierdzającej dysponowanie infrastrukturą** niezbędną do prowadzenia kształcenia w zakresie przewidzianym w programie studiów od dnia rozpoczęcia prowadzenia zajęć.
4. **Opis zasobów bibliotecznych** oraz elektronicznych zasobów wiedzy obejmujących literaturę zalecaną na kierunku studiów, do których uczelnia zapewni dostęp.
5. **Oświadczenia rektora** o niewystąpieniu okoliczności, o których mowa w: art. 53 ust. 10 ustawy oraz art. 55 ust. 1 pkt 1 lit. b i d ustawy.

*Nie dotyczy*