



**WYDZIAŁ BIOLOGII
i OCHRONY ŚRODOWISKA**
Uniwersytet Łódzki



Program studiów

Kierunek

BIOLOGIA I BIOMEDYCYNĄ CYFROWA

**studia stacjonarne pierwszego stopnia
(inżynierskie)**

profil ogólnoakademicki

Program obowiązujący od roku 2025/2026

*Projekt programu studiów zatwierdzony przez Radę Wydziału BiOŚ UŁ na posiedzeniu
w dniu 12.03.2025 roku.*

1. Kierunek: **BIOLOGIA I BIOMEDYCYNĄ CYFROWA**

2. Zwięzły opis kierunku

Program studiów kierunku Biologia i biomedycyna cyfrowa opracowany został w ramach projektu Sustainable Healthcare with Digital Health Data Competence (SUSA) przyznany w konkursie Digital Europe. SUSA to znacząca paneuropejska inicjatywa mająca na celu podniesienie kompetencji cyfrowych w sektorze ochrony zdrowia.

Struktura edukacyjna projektu SUSA koncentruje się na uzupełnianiu istotnych luk w zakresie cyfrowych kompetencji w ochronie zdrowia poprzez wprowadzenie nowoczesnych treści dotyczących analityki danych, sztucznej inteligencji (AI), cyberbezpieczeństwa, Internetu rzeczy (IoT), zrównoważonego rozwoju, regulacji oraz zdrowia globalnego.

Treści programowe realizowane na kierunku Biologia i biomedycyna cyfrowa koncentrują się na wiedzy i umiejętnościach umożliwiających swobodne wykorzystanie nowych technologii cyfrowych, w tym sztucznej inteligencji, w biologii i biomedycynie, w szczególności do analizy wysokowymiarowych danych biologicznych (np. analizy genomu, transkryptomu, proteomu i metabolomu), modelowania złożonych procesów biologicznych przy użyciu symulacji komputerowych, wieloaspektowego monitorowania stanu środowiska z użyciem barkodowania oraz analizy obrazów generowanych w zastosowaniach biologii i medycyny, w tym zdjęć mikroskopowych i wyników obrazowania diagnostycznego.

W ramach programu studiów realizowane są przedmioty, które zapewniają zaawansowaną wiedzę z zakresu biobankowania materiału biologicznego oraz biobankowania cyfrowego, zarządzania biobankiem, kontroli jakości danych jak również materiału biologicznego i znaczenia badań populacyjnych w kontekście polityki zdrowia publicznego. Proponowany program studiów jest nowoczesny i w pełni realizuje ideę interdyscyplinarności (nauk biologicznych, matematyki i informatyki), z uwzględnieniem najnowszych badań naukowych oraz technologii cyfrowych. Program kładzie duży nacisk na rozwijanie umiejętności analitycznych i doskonalenie krytycznego myślenia oraz na zdobycie umiejętności pracy w zespole, co jest kluczowe w środowisku badawczym i klinicznym. W programie przewidziano zajęcia kształtujące umiejętności praktyczne z analizy danych, pracy z oprogramowaniem bioinformatycznym, bazami danych oraz symulacji procesów biologicznych.

W tym modelu student nabywa niezbędną wiedzę w zakresie nowoczesnych technologii cyfrowych i ich zastosowania w biologii i biomedycynie poprzez harmonijne zastosowanie dwóch zasad: (1) prezentowania nowej wiedzy przez przykład oraz (2) uogólniania prawidłowości zaobserwowanych na przykładach poprzez formułowanie zasad i opisu modelu teoretycznego z tym związanego.

Biologia i biomedycyna cyfrowa to kierunek dostosowany do wyzwań współczesnej nauki i technologii. Oferuje unikalne połączenie biologii i biomedycyny z nowoczesnymi narzędziami cyfrowymi, odpowiadając na rosnące zapotrzebowanie na specjalistów łączących te dziedziny. Program studiów wpisuje się w priorytety Unii Europejskiej, takie jak strategia „Dekada Cyfrowa” oraz Europejski Zielony Ład, oferując studentom edukację na najwyższym poziomie i przygotowując ich do pracy w innowacyjnym ekosystemie biomedycznym.

3. Poziom studiów: studia I stopnia (inżynierskie)

4. Profil studiów: ogólnoakademicki

5. Forma studiów: stacjonarne

6. Cele kształcenia:

- Nabycie wiedzy z zakresu nauk biologicznych i ścisłych, w szczególności: programowania, analizy danych, uczenia maszynowego oraz AI, a także: genomiki, transkryptomiki, mikrobiologii, ewolucjonizmu, monitoringu środowiskowego, jak również praktycznych aspektów prowadzenia badań populacyjnych.
- Wykształcenie umiejętności właściwego doboru metod do projektowania doświadczenia i analizy danych eksperymentalnych.
- Wykształcenie umiejętności oceny ekonomicznych skutków działalności, a także analizy rynku w zakresie komercjalizacji osiągnięć naukowych.
- Wykształcenie umiejętności wykonywania analiz laboratoryjnych oraz interpretacji wyników uzyskanych z użyciem nowoczesnej aparatury badawczej – takich jak wysokorozdzielcza mikroskopia, cytometria przepływowa, czy sekwenatory nowej generacji.
- Nabycie wiedzy o ekosystemie wymiany danych cyfrowych oraz formatach tych danych w ochronie zdrowia.
- Nabycie wiedzy o metodach monitoringu środowiskowego i jego planowania.

- Wykształcenie umiejętności doboru odpowiednich metod badawczych oraz metod analizy danych do budowania programów monitoringu środowiskowego z użyciem barkodowania
- Wykształcenie umiejętności krytycznego myślenia, analizy i syntezy danych, re-analizy istniejących danych oraz wykorzystania dużych repozytoriów danych biologicznych i biomedycznych.
- Wykształcenie umiejętności rozwiązywania problemów o charakterze interdyscyplinarnym dzięki umiejętności współpracy ze specjalistami z innych dziedzin.
- Przygotowanie absolwenta do samodzielnego rozwijania własnych kompetencji i umiejętności zawodowych oraz gotowości do podjęcia studiów drugiego stopnia.
- Przygotowanie absolwenta do doboru lub konstruowania narzędzi analitycznych, w tym algorytmów sztucznej inteligencji w zależności od problemu badawczego oraz danych.
- Wykształcenie postaw odpowiedzialności za bezpieczeństwo pracy własnej i innych, postępowanie zgodnie z zasadami etyki zawodowej oraz przestrzegania dobrych praktyk w zakresie wykorzystania algorytmów sztucznej inteligencji.

7. Tytuł zawodowy: inżynier

8. Możliwości zatrudnienia i kontynuacji kształcenia absolwenta:

Absolwent kierunku **Biologia i biomedycyna cyfrowa** to specjalista o interdyscyplinarnych kompetencjach, łączący **biologię, biomedycynę i nowoczesne technologie cyfrowe**. Dzięki umiejętnościom z zakresu **sztucznej inteligencji (AI), uczenia maszynowego oraz analizy dużych zbiorów danych**, jest przygotowany do pracy w dynamicznie rozwijających się sektorach biomedycznych, biotechnologicznych i ochrony zdrowia.

Posiada **praktyczne doświadczenie w wykorzystaniu algorytmów AI do analizy problemów biomedycznych**, znajomość podstawowych ontologii danych medycznych oraz umiejętność obsługi repozytoriów dużych zbiorów danych. Te kompetencje otwierają przed nim szerokie możliwości zatrudnienia, m.in. w **placówkach ochrony zdrowia prowadzących badania naukowe**, laboratoriach diagnostycznych oraz instytucjach zajmujących się medycyną personalizowaną.

Jego interdyscyplinarne wykształcenie umożliwia mu **karierę w różnych sektorach**, w tym jako **analityk danych biomedycznych, bioinformatyk czy informatyk medyczny**. Może pracować w:

- **Laboratoriach badawczych i instytucjach R&D** zajmujących się biotechnologią i medycyną cyfrową,
- **Firmach biotechnologicznych i farmaceutycznych**, wspierając rozwój nowych leków, terapii genowych oraz technologii komórkowych,
- **Centrach analizy genomów i medycyny personalizowanej**, uczestnicząc w opracowywaniu spersonalizowanych terapii i analizy danych omicznych,
- **Jednostkach zdrowia publicznego**, gdzie jego kompetencje umożliwią **modelowanie epidemiologiczne i analizę cyfrową danych zdrowotnych**,
- **Instytucjach zajmujących się ochroną środowiska**, monitorując zmiany ekosystemów i ich wpływ na zdrowie człowieka,
- **Firmach technologicznych rozwijających algorytmy do analizy danych biologicznych i medycznych**,
- **Sektorze HealthTech i telemedycyny**, uczestnicząc w projektowaniu aplikacji i platform do analizy danych pacjentów, monitorowania zdrowia i dobrostanu populacji.

Absolwenci kierunku **Biologia i biomedycyna cyfrowa** mogą również rozwijać się w obszarze **konsultingu biomedycznego**, wspierając firmy farmaceutyczne i biotechnologiczne w strategii rozwoju, analizie rynku oraz wdrażaniu nowych technologii z zakresu AI. Absolwenci mogą również uczestniczyć w budowie i rozwoju infrastruktury związanej z **Europejską Przestrzenią Danych Zdrowotnych (EHDS)**, co daje im **możliwość pracy na styku nauki, technologii i polityki zdrowotnej**.

Absolwent kierunku **Biologia i biomedycyna cyfrowa** oprócz wiedzy specjalistycznej i umiejętności technicznych posiada także **kluczowe kompetencje miękkie**, które są niezbędne w pracy interdyscyplinarnej. Potrafi efektywnie **pracować w zespołach**, w których współdziałają specjaliści z różnych dziedzin, takich jak biologia, medycyna, analiza danych, informatyka i zdrowie cyfrowe. Umie **jasno i precyzyjnie komunikować wyniki badań**, interpretować dane oraz współpracować z lekarzami, naukowcami i inżynierami AI, co jest kluczowe w dynamicznie rozwijającym się sektorze biomedycznym.

Dzięki **krytycznemu myśleniu i umiejętności analizy problemów** absolwent potrafi oceniać dane, wyciągać wnioski i dostrzegać potencjalne ograniczenia algorytmów oraz modeli analitycznych. Wykazuje się również **elastycznością i otwartością na nowe technologie**, co pozwala mu szybko przyswajać wiedzę o innowacyjnych narzędziach cyfrowych oraz adaptować się do zmian zachodzących w biomedycynie i naukach przyrodniczych.

Ponadto posiada umiejętność **zarządzania projektami badawczymi**, co obejmuje organizację pracy, skuteczne zarządzanie czasem oraz realizację celów w środowisku naukowym i biznesowym.

Absolwenci mają możliwość, w szczególnych przypadkach po uzyskaniu dodatkowych uprawnień, podjęcia pracy przede wszystkim w grupie zawodów umieszczonych w rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Społecznej z 7 sierpnia 2014 r. w sprawie klasyfikacji zawodów i specjalności na potrzeby rynku pracy oraz zakresu jej stosowania, z późn. zmianami (t.j. Dz.U. 2018 poz. 227, znowelizowany załącznik Dz.U. 2021 poz. 2285, Dz.U. 2022 poz. 853, Dz.U. 2024 poz. 1372), pod pozycjami:

WYBRANE ZAWODY I GRUPY ZAWODÓW	
252101	Administrator baz danych
252202	Administrator zintegrowanych systemów zarządzania
331401	Asystent do spraw statystyki
213105	Biolog
251901	Informatyk medyczny
251202	Specjalista do spraw rozwoju oprogramowania systemów informatycznych
251908	Specjalista do spraw rozwoju i stosowania metod sztucznej inteligencji
252903	Specjalista do spraw systemów zarządzania bezpieczeństwem informacji
251909	Specjalista do spraw uczenia maszynowego
252103	Projektant baz danych
252102	Analitik baz danych (data scientist)
331404	Asystent przetwarzania danych
213109	Bioinformatyk

Absolwent kierunku Biologia i biomedycyna cyfrowa studiów I stopnia może kontynuować kształcenie na drugim stopniu na dowolnym kierunku, jeśli tylko wymagania wstępne nie stanowią ograniczenia takiej ścieżki rozwoju edukacji. Inną możliwością pogłębiania kwalifikacji są studia podyplomowe i inne formy kształcenia prowadzone przez uczelnie i inne instytucje naukowo-dydaktyczne.

9. Wymagania wstępne, oczekiwane kompetencje kandydata opisane językiem efektów uczenia się:

- umiejętność biegłego posługiwania się językiem polskim w mowie i piśmie
- umiejętność posługiwania się językiem angielskim na poziomie B1
- umiejętność precyzyjnego formułowania i wyczerpującego wyrażania myśli i opinii w formie przejrzystego i poprawnie zbudowanego tekstu
- umiejętność myślenia przyczynowo-skutkowego, myślenia analitycznego i syntetycznego
- umiejętność prowadzenia i uczestniczenia w dyskusji
- umiejętność wyszukiwania, selekcji i krytycznej analizy źródeł naukowych (w tym korzystania z baz danych i bibliotek).
- obsługa komputera - umiejętność obsługi arkusza kalkulacyjnego i edytora tekstu
- wiedza z biologii, chemii, fizyki oraz informatyki na poziomie szkoły średniej (poziom podstawowy)

10. Dziedziny i dyscypliny naukowe do których odnoszą się efekty uczenia się:

Dziedzina	Dyscyplina	Udział %
Dziedzina nauk ścisłych i przyrodniczych	Nauki biologiczne – dyscyplina wiodąca 86%	100
	Matematyka 4%	
	Informatyka 10%	

11. Określenie kierunkowych efektów uczenia się dla danego typu kwalifikacji wraz z odniesieniem do składnika opisu charakterystyk pierwszego i drugiego stopnia PRK:

Kierunkowe efekty uczenia się dla studiów pierwszego stopnia na kierunku Biologia i biomedycyna cyfrowa i ich odniesienie do składnika charakterystyk pierwszego i drugiego stopnia PRK.

Absolwent studiów pierwszego stopnia kierunku **Biologia i biomedycyna cyfrowa** osiąga następujące kierunkowe efekty uczenia się:

Symbol efektu uczenia się opisującego program studiów	Efekt uczenia się opisujący program studiów	Odniesienie do składnika opisu charakterystyki I i II stopnia PRK
Wiedza - zna i rozumie:		
04BC_1A_W01	Złożone zjawiska biologiczne i biomedyczne na poziomie molekularnym, komórkowym, organizmalnym i ekosystemowym oraz zasady ich modelowania i analizy cyfrowej.	P6U_W, P6S_WG
04BC_1A_W02	Zaawansowane modele statystyczne, matematyczne oraz algorytmy informatyczne stosowane do analizy danych biologicznych i biomedycznych.	P6U_W, P6S_WG
04BC_1A_W03	Zaawansowane procesy genetyczne i epigenetyczne w biomedycynie oraz zasady ich cyfrowej analizy i wizualizacji.	P6U_W, P6S_WG
04BC_1A_W04	Metody interpretacji złożonych zjawisk przyrodniczych i procesów biologicznych na podstawie danych eksperymentalnych i cyfrowych.	P6U_W, P6S_WK
04BC_1A_W05	Zaawansowane technologie stosowane w biologii i biomedycynie cyfrowej, w tym techniki DNA/RNA, sekwencjonowania, mikromacierzy, technik cytometrycznych oraz analitycznych.	P6U_W, P6S_WG
04BC_1A_W06	Zaawansowane pojęcia rachunku prawdopodobieństwa, statystyki opisowej oraz zasady wnioskowania statystycznego stosowane w analizie danych biomedycznych.	P6U_W, P6S_WG
04BC_1A_W07	Zaawansowane techniki informatyczne, w tym algorytmikę, programowanie, struktury danych wykorzystywanych w analizie danych biomedycznych.	P6U_W, P6S_WG
04BC_1A_W08	Zaawansowane rozwiązania informatyczne oraz pakiety oprogramowania stosowane w analizie danych biologicznych i biomedycznych, w tym systemy obliczeń symbolicznych, eksploracji danych oraz wizualizacji.	P6U_W, P6S_WG
04BC_1A_W09	Matematyczne i algorytmiczne aspekty uczenia maszynowego i sztucznej inteligencji stosowanych w analizie biomedycznej i biologicznej.	P6U_W, P6S_WG
04BC_1A_W10	Metody probabilistyczne i optymalizacyjne stosowane w rozwiązywaniu problemów obliczeniowych i statystycznych w biologii oraz biomedycynie cyfrowej.	P6U_W, P6S_WG
04BC_1A_W11	Zaawansowane zagadnienia histologii, fizjologii i anatomii oraz cyfrowe technologie związane z ich analizą.	P6U_W P6S_WG
04BC_1A_W12*	Uwarunkowania prawne, etyczne i organizacyjne dotyczące pozyskiwania, przetwarzania i udostępniania danych cyfrowych w biomedycynie, a także zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego, a także zasady etyczne stosowania algorytmów sztucznej inteligencji w ochronie zdrowia i analizie biomedycznej, jak również fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji.	P6U_W, P6S_WK
04BC_1A_W13*	Zaawansowane narzędzia oraz infrastrukturę informatyczną związaną z zastosowaniem AI w biomedycynie, a także zasady zarządzania danymi i kontroli ich jakości.	P6U_W P6S_WG
04BC_1A_W14*	Zaawansowane zasady i metody biobankowania materiału biologicznego i biobankowania cyfrowego, oraz technologie cyfrowe z nimi związane.	P6U_W P6S_WG
04BC_1A_W15*	Możliwości biznesowe oraz aspekty prawne związane z zastosowaniem sztucznej inteligencji w biologii i biomedycynie, jak również zasady wykorzystania różnorodnych źródeł wiedzy z dbałością o rzetelność i kompletność prezentowanych rezultatów.	P6U_W

Umiejętności - potrafi:		
04BC_1A_U01	Projektować, implementować i testować metody eksploracji oraz analizy danych do optymalizacji i prognozowania wybranych procesów w biologii i biomedycynie.	P6U_U P6S_UW
04BC_1A_U02	Pozyskiwać, przetwarzać, integrować oraz analizować dane biologiczne i biomedyczne z różnych źródeł, stosując standardy jakości i interoperacyjności.	P6U_U P6S_UW
04BC_1A_U03	Zdobywać, klasyfikować i przetwarzać informacje naukowe zgodnie z zasadami ochrony własności intelektualnej oraz zarządzania danymi w biomedycynie cyfrowej.	P6U_U P6S_UW
04BC_1A_U04	Planować, projektować i przeprowadzać eksperymenty praktyczne (pomiar i symulacje), interpretować uzyskane wyniki oraz wyprowadzać wnioski dotyczące skuteczności rozwiązań pracując indywidualnie lub w zespole.	P6U_U P6S_UO
04BC_1A_U05	Weryfikować, oceniać i argumentować aspekty etyczne oraz systemowe zastosowania algorytmów sztucznej inteligencji w biologii i biomedycynie, uwzględniając regulacje prawne i normy techniczne, samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie.	P6U_U P6S_UW P6S_UU
04BC_1A_U06	Tworzyć opracowania pisemne dotyczące zagadnień związanych z planowaniem, projektowaniem i przeprowadzeniem eksperymentu biologicznego/biomedycznego, uwzględniając proces biobankowania oraz analizę ekonomiczną rozwiązania.	P6U_U P6S_UW
04BC_1A_U07	Przygotowywać opracowania pisemne i ustne oraz dyskutować na wybrane problemy z zakresu biologii i pokrewnych dyscyplin w języku polskim i angielskim na poziomie B2 Europejskiego Systemu Kształcenia Językowego.	P6U_U P6S_UK
04BC_1A_U08*	Wykorzystywać wnioskowanie statystyczne oraz probabilistyczne, także z zastosowaniem technologii informatycznych w rozwiązywaniu problemów inżynierskich.	P6U_U P6S_UW
04BC_1A_U09*	Stosować narzędzia i pakiety oprogramowania oraz techniki obliczeniowe do rozwiązywania wybranych zagadnień analizy danych w biomedycynie cyfrowej.	P6U_U P6S_UW
04BC_1A_U10*	Projektować oraz wdrażać narzędzia sztucznej inteligencji i systemy bazodanowe do rozwiązywania konkretnych problemów badawczych oraz implementować modele uczenia maszynowego.	P6U_U P6S_UW
04BC_1A_U11*	Stosować techniki oraz narzędzia badawcze współczesnej biologii, w tym biologii molekularnej i biomedycyny, z uwzględnieniem technologii cyfrowych i automatyzacji procesów laboratoryjnych.	P6U_U P6S_UW
04BC_1A_U12*	Wykorzystywać narzędzia informatyczne do komunikacji, organizowania informacji, analizy danych naukowych, tworzenia oprogramowania oraz sporządzania raportów technicznych.	P6U_U P6S_UW
04BC_1A_U13*	Konfigurować, porównywać i testować technologie do rozwiązywania wybranych zadań praktycznych z zakresu sztucznej inteligencji, analizy danych oraz baz danych, zgodnie z obowiązującymi normami i standardami w badaniach biomedycznych oraz jednostkach ochrony zdrowia.	P6U_U P6S_UW
04BC_1A_U14*	Opracowywać dokumentację techniczną projektów, w tym systemów analizy danych, modeli AI, narzędzi bazodanowych oraz dokumenty dotyczące oceny ekonomicznej wdrażanych rozwiązań.	P6U_U P6S_UW
Kompetencje społeczne - jest gotów do:		
04BC_1A_K01	Uzasadnienia roli nauk biologicznych w medycynie i badaniach środowiskowych oraz do angażowania się w działania upowszechniające wiedzę w zakresie zastosowań tych nauk w rozwiązaniach praktycznych.	P6U_K P6S_KK

04BC_1A_K02	Stosowania zasad etyki zawodowej oraz etyki pracy naukowej, brania odpowiedzialności za prowadzone badania i projektowane narzędzia.	P6U_K P6S_KR
04BC_1A_K03	Przeprowadzania obiektywnej samooceny własnej pracy, jakości projektowanych rozwiązań oraz wyciągania wniosków.	P6U_K P6S_KK
04BC_1A_K04	Przestrzegania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratoriach i środowisku pracy.	P6U_K P6S_KR
04BC_1A_K05	Wykazywania otwartości na interdyscyplinarne podejście do inżynierii biomedycznej i analizy danych z uwzględnieniem wybranego zakresu nauk humanistycznych i społecznych.	P6U_K P6S_KR
04BC_1A_K06	Krytycznego podejścia do otrzymywanych informacji, kwestionowania ich wiarygodności oraz rekomendowania metod ich weryfikacji w oparciu o standardy inżynierskie i naukowe.	P6U_K P6S_KK
04BC_1A_K07	Przestrzegania zasad etyki związanej z zastosowaniem sztucznej inteligencji w ochronie zdrowia.	P6U_K P6S_KR

*kompetencje inżynierskie

12. Analiza zgodności efektów uczenia się z potrzebami rynku pracy i otoczenia społeczno-gospodarczego, wnioski z analizy wyników monitoringu karier zawodowych absolwentów oraz sprawdzone wzorce międzynarodowe.

Kluczowe treści programowe i efekty uczenia się ujęte w programie są wynikiem dyskusji pomiędzy instytucjami naukowymi oraz innymi podmiotami zaangażowanymi w rozwój kompetencji cyfrowych w Europie, które wchodzi w skład konsorcjum SUSa. Najistotniejsze kompetencje cyfrowe, które zawarte są w niniejszym programie studiów, zostały zaakceptowane przez komitet oceniający wnioski w ramach programu Digital Europe jako **kluczowe kompetencje przyszłości** niezbędne do wykształcenia odpowiednich specjalistów zdolnych do zastosowania zaawansowanych umiejętności cyfrowych w obecnym ekosystemie ochrony zdrowia i monitorowania środowiska naturalnego z użyciem barkodowania.

Zaproponowane treści kształcenia są zgodne z Programem Rozwoju Kompetencji Cyfrowych opublikowanym przez Ministerstwo Cyfryzacji w dniu 23.01.2020, w szczególności z planem działań w dziedzinie edukacji cyfrowej 2021-2027. Wiedza i umiejętności nabyte w ramach programu studiów wpisują się bezpośrednio w Priorytet #1 (Rozwój edukacji cyfrowej) Programu Rozwoju Kompetencji Cyfrowych (Załącznik do uchwały nr 24 Rady Ministrów z dnia 21 lutego 2023 r.). Ponadto treści programowe na kierunku Biologia i biomedycyna cyfrowa odpowiadają na zapotrzebowanie w zakresie dostarczenia wysoko wykwalifikowanej kadry do wytwarzania, wdrażania lub utrzymania rozwiązań cyfrowych w ochronie zdrowia, które ujęte zostały w raporcie Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości z 2022 roku.

Wydział Biologii i Ochrony Środowiska od lat współpracuje z otoczeniem społeczno-gospodarczym, w tym z pracodawcami i organizacjami pracodawców, w celu zapewnienia udziału przedstawicieli tego otoczenia w określaniu efektów uczenia się, weryfikacji i ocenie stopnia ich realizacji oraz organizacji praktyk zawodowych. Działania te wyrażone są poprzez aspekty gospodarczo-społeczne. Forum wymiany myśli i kontaktów między środowiskiem akademickim a biznesowym jest Rada Biznesu przy Wydziale BiOŚ. Współpraca z Radą służy m.in. lepszemu dostosowaniu oferty kształcenia do oczekiwań pracodawców i zapewnieniu studentom oraz absolwentom lepszemu rozeznaniu w zakresie rynku pracy. Nadzór nad prawidłową realizacją i stałym udoskonaleniem programu studiów kierunku Biologia i biomedycyna cyfrowa pełnić będzie Komisja Dydaktyczna ds. Kierunku z przedstawicielem otoczenia społeczno-gospodarczego jako członkiem Komisji.

W kontekście współpracy ze środowiskiem społeczno-gospodarczym na uwagę zasługują również przewidziane w programie studiów praktyki zawodowe. Informacje zwrotne od pracodawcy i praktykanta, zbierane na Wydziale BiOŚ systemowo stanowią będą bazę wiedzy na temat zgodności efektów uczenia się z potrzebami rynku pracy. Do analizy tej wykorzystane zostaną także wyniki publikowane w ramach ogólnodostępnej bazy danych o Ekonomicznych Losach Absolwentów (ELA), badania losów absolwentów prowadzone przez Biuro Karier UŁ a także przez Wydział BiOŚ.

13. Związek kierunku studiów z misją uczelni i jej strategią rozwoju

Misja i strategia Uniwersytetu Łódzkiego na lata 2021-2030 nawiązuje do 80-letniej tradycji akademickiej uczelni, której pierwszym rektorem był prof. Tadeusz Kotarbiński. Na Misję Uczelni składają się pojęcia wspólnoty, otwartości, jedności w różnorodności, innowacyjności dla rozwoju oraz elitarności, które są zbieżne z założeniami kierunku Biologia i biomedycyna cyfrowa, łączącym wiedzę z zakresu nauk przyrodniczych z kompetencjami

cyfrowymi. Kształcenie na kierunku Biologia i biomedycyna cyfrowa jest zorientowane na realizację oczekiwań studentów i interesariuszy zewnętrznych, co wspiera gospodarkę opartą na wiedzy zgodnie z polityką rozwojową państwa i regionu łódzkiego oraz jest zbieżne ze strategią UŁ.

Kierunek Biologia i biomedycyna cyfrowa wpisuje się w szerszy kontekst planowania strategicznego działalności uczelni gwarantując trwałość pozycji UŁ jako istotnego ogniwa w łańcuchu nowoczesnego kształcenia kadry osób związanych z zastosowaniem technologii cyfrowych w biologii i biomedycynie.

Koncepcja kształcenia na kierunku Biologia i biomedycyna cyfrowa odpowiada przyjętej strategii UŁ, w której „Nauka to ciągły rozwój wiedzy, kształcenie to jej systematyka i upowszechnianie, współpraca z otoczeniem – sprawne wdrażanie formułowanych wniosków.”

W myśl tej zasady forma i zakres kształcenia na kierunku zostały opracowane i będą wciąż doskonalone w dialogu z innymi jednostkami dydaktycznymi, badawczymi oraz z obszaru R&D poprzez stały kontakt z konsorcjantami w projekcie SUSa, jak również lokalnym ekosystemem interesariuszy. Pozycjonuje to UŁ jako jeden z wiodących ośrodków w konsorcjum SUSa, a także uczelnię związaną z dwoma Regionalnymi Centrami Medycyny Cyfrowej ufundowanymi przez Agencję Badań Medycznych przygotowującą do wprowadzenia w życie rozporządzenia UE o „Wspólnej Przestrzeni Danych Medycznych” (ang. European Health Data Spaces).

Proponowany program studiów wypełnia założony w strategii UŁ zapis, iż kształcenie „przygotowuje kolejne pokolenia do mądrego podejmowania wyzwań przyszłości, dbając o rozwój naukowy młodych badaczy”. W zakresie przygotowania studentów do podjęcia wyzwań na dynamicznie rozwijającym się rynku pracy, kształcenie na tym kierunku wypełnia punkt w strategii UŁ, opisany jako budowanie „kompetencji studentów umożliwiające im dobry start na rynku pracy, a także wzmacniające w nich chęć dalszej nauki i poszukiwania prawdy przez całe życie”. Szeroki zakres treści kształcenia i nowoczesna forma współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym przy tworzeniu treści i wprowadzaniu ulepszeń w zakresie formy przekazywania wiedzy, ma swoje odzwierciedlenie wiodącej roli UŁ jako lidera obszaru roboczego w SUSa zatytułowanego: „Wpływ i trwałość projektu” (ang. Impact and Sustainability).

Uniwersytet Łódzki dąży do podwyższania jakości badań naukowych oraz kształcenia poprzez m.in. unowocześnienie i uatrakcyjnienie oferty edukacyjnej z uwzględnieniem postępu w naukach biologicznych, biomedycznych oraz zastosowaniu nowoczesnych technologii cyfrowych z tym związanych - ma to swoje odzwierciedlenie w strategii UŁ poprzez zapis *wspieranie nauczycieli akademickich w rozwijaniu kompetencji dydaktycznych i cyfrowych*.

Program studiów na kierunku Biologia i biomedycyna cyfrowa wpisuje się bezpośrednio w cele strategiczne UŁ jako kierunek interdyscyplinarny (*przekracza granice wiedzy i poszukuje prawdy w nauce dzięki prowadzeniu interdyscyplinarnych badań naukowych w międzynarodowych zespołach i sieciach badawczych*), łączący ze sobą nauki biologiczne, matematykę i informatykę.

14. Różnice w stosunku do innych programów o podobnie zdefiniowanych celach i efektach uczenia prowadzonych w Uniwersytecie Łódzkim:

Kierunek **Biologia i biomedycyna cyfrowa (BBC)** wyróżnia się unikalnym połączeniem biologii, biomedycyny oraz nowoczesnych technologii cyfrowych. W przeciwieństwie do klasycznych kierunków biologicznych, takich jak **biologia, biotechnologia czy mikrobiologia**, program BBC koncentruje się na wykorzystaniu **sztucznej inteligencji (AI), analizy danych, bioinformatyki oraz modelowania komputerowego** w naukach biologicznych i medycznych. Studenci zdobywają zaawansowane umiejętności w analizie wysokowymiarowych danych biologicznych (genomu, transkryptomu, proteomu, metabolomu), modelowaniu procesów biologicznych oraz analizie obrazów diagnostycznych. Kluczowym elementem jest również **biobankowanie cyfrowe oraz zarządzanie danymi biomedycznymi**.

W odróżnieniu od **biologii**, która oferuje szeroką, klasyczną wiedzę biologiczną z różnymi specjalizacjami, BBC koncentruje się na **cyfrowym przetwarzaniu danych biologicznych** i ich zastosowaniu w ochronie zdrowia. W stosunku do **biotechnologii**, która skupia się na wykorzystaniu organizmów i biomolekuł w przemyśle, BBC kładzie większy nacisk na **informatykę biologiczną i analitykę danych**. W porównaniu do **mikrobiologii**, w której dominują zagadnienia związane z drobnoustrojami i diagnostyką laboratoryjną, kierunek BBC rozwija umiejętności **cyfrowego monitorowania mikroorganizmów, analizy genomów i symulacji biologicznych**.

Z kolei w porównaniu z **informatyką i analizą danych**, które koncentrują się na algorytmach, programowaniu i przetwarzaniu informacji, BBC wykorzystuje te technologie do **rozwiązywania problemów biologicznych i biomedycznych**. Program studiów łączy **elementy inżynierskie** z metodami analitycznymi, co odróżnia go od tradycyjnego podejścia w naukach biologicznych.

BBC to studia **inżynierskie**, trwające **7 semestrów**, oparte na nowoczesnym modelu dydaktycznym, który łączy **naukę poprzez przykład i teoretyczne uogólnianie reguł**. Dzięki temu absolwenci uzyskują kompetencje nie tylko w zakresie biologii, ale również w programowaniu, analizie danych biomedycznych oraz sztucznej inteligencji, co

daje im szerokie możliwości zawodowe w sektorze ochrony zdrowia, badaniach naukowych i przemyśle biotechnologicznym

15. Plan studiów

PLAN STUDIÓW

kierunek studiów: BIOLOGIA i BIOMEDYCYNĄ CYFROWA

profil studiów: ogólnoakademicki

stopień: pierwszy (studia inżynierskie)

forma studiów: stacjonarne

specjalności: –

od roku akademickiego: 2025/2026

rok	semestr	Przedmiot		Szczegóły przedmiotu										
				Kod	Liczba godzin									
					Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Lektorat	Praktyki	Inne	Razem	Forma zaliczenia	ECTS	Moduł przedmiotu *
SIATKA OGÓLNA														
I	1	Blok 1	Repozytoria danych biomedycznych			13	26				39	Z	3	MW
	1		Statystyka opisowa										MW	
	1	Niezbędne narzędzia matematyki		26		26					52	Z	6	MP
	1	Podstawy programowania			26	52					78	Z	9	MP
	1	Propedeutyka studiów przyrodniczych			26						26	Z	2	MP
	1	Podstawy metod analitycznych		39		13					52	E	4	MP
	1	Organizacja świata żywego: podstawy biofizyki i biochemii		26	13	13					52	E	6	MP
	1	Szkolenie BHP							e-learning	0		0	MP	
	1	Szkolenie biblioteczne							e-learning	0		0	MP	
	1	Szkolenie z prawa autorskiego							e-learning	0		0	MP	
RAZEM					91	78	130	0	0	0	299		30	
Razem po 1 semestrze:											299		30	

rok	semestr	Przedmiot	Szczegóły przedmiotu	
			Kod	Liczba godzin

					Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Lektorat	Praktyki	Inne	Razem	Forma zaliczenia	ECTS	Moduł przedmiotu *
SIATKA OGÓLNA														
I	2	Blok 2	Wprowadzenie do bioinformatyki			13	26				39	Z	3	MW
	2		Programowanie dla sekwencjonowania nowej generacji											MW
	2	Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa I			26		26				52	E	6	MP
	2	Biblioteki Pythona w analizie danych			13		26				39	Z	3	MP
	2	Organizacja świata żywego: Podstawy biologii komórki			26	13	13				52	E	6	MP
	2	Organizacja świata żywego: Histologia, fizjologia, anatomia			30		22				52	E	6	MP
	2	Biologia drobnoustrojów			26		26				52	E	6	MP
RAZEM					121	26	139	0	0	0	286		30	
Razem po 2 semestrze:											585		60	

rok	semestr	Przedmiot		Szczegóły przedmiotu										
				Kod	Liczba godzin									
					Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Lektorat	Praktyki	Inne	Razem	Forma zaliczenia	ECTS	Moduł przedmiotu *
SIATKA OGÓLNA														
II	3	Blok 3	Wstęp do analizy danych/Pakiety Statystyczne		13	26				39	Z	3	MW	
	3		Modelowanie w biologii i medycynie										MW	
	3	Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa II			26		26				52	E	6	MP
	3	Organizacja świata żywego: Procesy kształtujące bioróżnorodność			26	13	13				52	E	6	MP
	3	Organizacja świata żywego: Biologia molekularna			26						26	E	3	MP
	3	Metody analityczne				13	26				39	Z	3	MP
	3	Podstawy immunologii			13	26					39	E	3	MP
	3	Podstawy baz danych			26		26				52	E	6	MP
	3	WF								30	30		0	MW
RAZEM					117	65	117	0	0	30	329		30	
Razem po 3 semestrze:										914		90		

rok	semestr	Przedmiot		Szczegóły przedmiotu										
				Kod	Liczba godzin									
					Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Lektorat	Praktyki	Inne	Razem	Forma zaliczenia	ECTS	Moduł przedmiotu *
SIATKA OGÓLNA														
2	4	Ekologia molekularna: ocena różnorodności od poziomu genu do ekosystemu			26	13	13				26	E	4	MP
	4	Biobankowanie i badania populacyjne			13	13					26	Z	2	MP
	4	Blok 4	Programowanie niskopoziomowe			26				26	Z	3	MW	
	4		Modele liniowe										MW	
	4	Blok 5	Wstęp do uczenia maszynowego		13	26				39	Z	3	MW	
	4		Bioinformatyka										MW	
	4	Immunobiologia eksperymentalna			13		26				39	Z	6	MP
	4	Podstawy własności intelektualnej i komercjalizacji technologii				26					26	Z	2	MP
	4	Kształtowanie programów zdrowia publicznego				26					26	E	3	MP
	4	Lektorat						60			60	Z	3	MW
	4	Praktyki zawodowe							120		120	Z	4	MW
	4	WF								30	30	Z	0	MW
RAZEM					52	78	78	60	120	30	418		30	
Razem po 4 semestrze											1332		120	

rok	semestr	Przedmiot		Szczegóły przedmiotu										
				Kod	Liczba godzin									
					Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Lektorat	Praktyki	Inne	Razem	Forma zaliczenia	ECTS	Moduł przedmiotu *
SIATKA OGÓLNA														
3	5	Zastosowanie sekwencjonowania nowej generacji w badaniach naukowych			13		26				39	Z	3	MP
	5	Blok 6	Regulatory ekspresji genów		13	13	13				39	E	3	MW
	5		Biologia nowotworów											MW
	5	Blok 7	Genetyka populacji historycznych		13	13				26	Z	2	MW	
	5		Metody ilościowe w antropologii										MW	
	5	Blok 8	Uczenie maszynowe II		13		13				26	Z	3	MW

	5		Wprowadzenie do nierelacyjnych baz danych										MW
	5	Seminarium inżynierskie I				39				39	Z	6	MW
	5	Metody ankietowania w badaniach biomedycznych				26				26	Z	4	MP
	5	Badania omiczne i asocjacyjne				13				13	E	3	MP
	5	Programowanie baz danych medycznych				13				13	Z	3	MP
	5	Lektorat						60		60	E	4	MW
RAZEM				39	117	65	60	0	0	281		31	
Razem po 5 semestrze:										1613		151	

rok	semestr	Przedmiot		Szczegóły przedmiotu										
				Kod	Liczba godzin									Moduł przedmiotu *
					Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Lektorat	Praktyki	Inne	Razem	Forma zaliczenia	ECTS	
SIATKA OGÓLNA														
3	6	Etyka AI			26						26	E	2	MP
	6	System zarządzania jakością w naukach biologicznych				13	13				26	Z	2	MP
	6	Blok 9	Wstęp do analizy obrazu		13		26				39	Z	3	MW
	6		Wstęp do analizy języka naturalnego										MW	
	6	Blok 10	Bezpieczeństwo danych				26				26	Z	3	MW
	6		Blockchain									MW		
	6	Filozofia			26						26	Z	2	MP
	6	Analiza funkcjonalna w genomie-postgwas				13	26				39	E	3	MP
	6	AI w biomedycynie			13		26				39	E	6	MP
	6	Planowanie, realizacja i dokumentacja w projekcie naukowym				13	39				52	Z	8	MW
RAZEM					78	39	156	0	0	0	273	0	29	
Razem po 6 semestrze:											1886		180	

rok	semestr	Przedmiot		Szczegóły przedmiotu										
				Kod	Liczba godzin									
					Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Lektorat	Praktyki	Inne	Razem	Forma zaliczenia	ECTS	Moduł przedmiotu *
SIATKA OGÓLNA														
4	7	Etyka			13						13	Z	1	MP
	7	Podstawy inżynierii genetycznej			26		52				78	E	9	MP
	7	Blok 11	AI w biomedycynie personalizowanej				52				52	Z	4	MW
	7		Badania populacyjne w erze AI											MW
	7	Seminarium inżynierskie oraz PPDED				26					26	Z	10	MP
	7	Laboratorium inżynierskie					52				52	Z	6	MW
RAZEM					39	26	156	0	0	0	221		30	
Razem po 7 semestrze:											2107		210	

**nazwa modułu do którego należy przedmiot (MP-z.podstawowe, MW-z.wybieralne)*

16. Bilans punktów ECTS

liczba semestrów i łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi zdobyć, aby uzyskać określone kwalifikacje	7 semestrów/210 ECTS
łączna liczba godzin zajęć, w tym praktyk, które student musi zrealizować w toku studiów; w przypadku specjalności/modułów/przedmiotów do wyboru o różnej liczbie godzin – najwyższą łączną liczbę godzin	2107 w tym 120 godzin praktyk
łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach kontaktowych (wymagających bezpośredniego udziału wykładowców i studentów)	150
łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć kształtujących umiejętności praktyczne	100 (47%)
liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać, realizując moduły kształcenia w zakresie zajęć ogólnouczeniowych lub na innym kierunku studiów	0
liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych	6
liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć do wyboru	64

17. Opisy procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia.

Do programu studiów załączone są części ogólne sylabusów, co do zasady nie aktualizowane z każdym kolejnym rokiem akademickim.

Weryfikacja osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów uczenia się następuje w formie egzaminów i zaliczeń, zgodnie z planem studiów. Sposoby weryfikacji i oceny osiągnięcia efektów uczenia się właściwe dla przyjętych na WBiOŚ form zajęć ogólnie opisane są w „Systemie określania wartości punktowej ECTS dla przedmiotów” a szczegółowo (ich zakres i kryteria) określone są w sylabusach dla poszczególnych przedmiotów i modułów objętych planem studiów i uwzględniają specyfikę tych zajęć. Jako przykładowe, najczęściej wykorzystywane sposoby weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się można wskazać:

- w zakresie wiedzy: egzamin pisemny/kolokwium pisemne w formie testu wyboru lub z otwartymi pytaniami teoretycznymi; egzamin ustny/kolokwium ustne z pytaniami teoretycznymi;
- w zakresie umiejętności: egzamin pisemny z otwartymi pytaniami problemowymi; egzamin ustny/kolokwium ustne z pytaniami problemowymi prowadzącymi do nawiązania dyskusji z osobą egzaminującą; analiza studium przypadku, opracowanie raportu; przygotowanie projektu;
- w zakresie kompetencji społecznych: praca indywidualna, zespołowa lub grupowa, przygotowanie i przeprowadzenie indywidualnej grupowej prezentacji zagadnienia; realizacja indywidualnego lub zespołowego projektu badawczego; ocena stopnia przygotowania/aktywności w czasie zajęć; ocena przestrzegania zasad uczestnictwa w zajęciach, zasad egzaminu/zaliczenia.

17A. OPIS PRZEDMIOTÓW (SYLABUSY)

W załączeniu

17B. TABELA OKREŚLAJĄCA RELACJE MIĘDZY EFEKTAMI KIERUNKOWYMI A EFEKTAMI UCZENIA ZDEFINIOWANYMI DLA POSZCZEGÓLNYCH PRZEDMIOTÓW LUB MODUŁÓW PROCESU KSZTAŁCENIA

[illegible]

17C. OKREŚLENIE WYMIARU, ZASAD I FORMY PRAKTYK ZAWODOWYCH

Obowiązkowe zawodowe praktyki ciągłe są niezbędnym elementem procesu dydaktycznego kierunku Biologia i biomedycyna cyfrowa. Praktyki przeznaczone są dla studentów II roku studiów pierwszego stopnia, trwają **4 tygodnie**, w wymiarze **120 godzin**. Jednostka współpracuje z otoczeniem społeczno-gospodarczym, w tym z pracodawcami i zrzeszeniami pracodawców, w celu zapewnienia właściwej organizacji praktyk zawodowych. Praktyki studenckie realizowane są w placówkach, które mogą zagwarantować ich prawidłowy przebieg. Mogą odbywać się w laboratoriach ochrony zdrowia, placówkach ochrony zdrowia, laboratoriach przemysłu farmaceutycznego, placówkach PAN lub instytutach naukowo-badawczych, ośrodkach badawczo-rozwojowych i uczelniach wyższych. Praktyki zawodowe odbywają się zgodnie z Regulaminem zawodowych kierunkowych praktyk ciągłych dla Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Łódzkiego (<https://www.uni.lodz.pl/strefa-studenta/studia/praktyki-studenckie>).

17D. WSKAZANIE ZAJĘĆ ZAPEWNIAJĄCYCH STUDENTOM PRZYGOTOWANIE DO UDZIAŁU W BADANIACH

Stosowane metody kształcenia uwzględniają osiągnięcie zakładanych efektów uczenia poprzez samodzielne uczenie się studenta, aktywizujące formy pracy ze studentami oraz **przygotowanie do prowadzenia badań naukowych**. Przygotowanie do prowadzenia badań realizowane jest w ramach przedstawiania przez nauczycieli akademickich stosowanej metodologii badawczej, strategii i narzędzi analizy danych, a także ich interpretacji w trakcie prowadzonych wykładów kursowych oraz seminariów i konwersatoriów. Ponadto wdrażane jest wstępne manualne przygotowanie studentów do prowadzenia prac badawczych na drodze wykonywania doświadczeń w ramach licznych zajęć praktycznych.

Zajęcia przygotowujące studentów do prowadzenia badań:

- Propedeutyka studiów przyrodniczych
- Podstawy metod analitycznych
- Organizacja świata żywego: Podstawy biofizyki i biochemii
- Organizacja świata żywego: Podstawy biologii komórki
- Organizacja świata żywego: Histologia, fizjologia, anatomia
- Organizacja świata żywego: Biologia drobnoustrojów
- Organizacja świata żywego: Procesy kształtujące bioróżnorodność
- Organizacja świata żywego: Biologia molekularna
- Metody analityczne
- Podstawy immunologii
- Ekologia molekularna: ocena różnorodności od poziomu genu do ekosystemu
- Biobankowanie i badania populacyjne
- Immunobiologia eksperymentalna
- Zastosowanie sekwencjonowania nowej generacji w badaniach naukowych
- Badania omiczne i asocjacyjne
- Planowanie, realizacja i dokumentacja w projekcie naukowym
- Regulatory ekspresji genów
- Biologia nowotworów
- Genetyka populacji historycznych
- Metody ilościowe w antropologii
- Analiza funkcjonalna w genomie-postgwas
- Planowanie, realizacja i dokumentacja w projekcie naukowym
- Podstawy inżynierii genetycznej
- Seminarium inżynierskie II oraz PPDED
- Laboratorium inżynierskie
- Seminarium inżynierskie I
- AI w biomedycynie

Bezpośredni udział w wykonywaniu prac badawczych, mających na celu przygotowanie do samodzielnego prowadzenia badań naukowych, jest oferowany studentom Biologii i Biomedycyny Cyfrowej w ramach działalności studenckich kół naukowych lub podczas realizacji Studenckich Grantów Badawczych UŁ, a także studenckiego wolontariatu naukowego - GetSmarter.

17E. Wykaz i wymiar szkoleń obowiązkowych, w tym szkolenia BHP oraz z zakresu własności intelektualnej i prawa autorskiego.

- a) Szkolenie BHP: e-learning
- b) Szkolenie z zakresu prawa autorskiego: e-learning
- c) Szkolenie biblioteczne: e-learning

ZAŁĄCZNIK

1 rok, 1 semestr

1a Repozytoria danych biomedycznych

Nazwa przedmiotu:				Repozytoria danych biologicznych			
Kod przedmiotu:		Rok studiów:		Semestr:		Język:	
		1		1		polski	
Forma prowadzenia zajęć:		Stacjonarna					
Punkty ECTS:		3					
Forma zaliczenia przedmiotu:		Zaliczenie					
Forma zajęć				Liczba godzin			
Ćwiczenia audytoryjne, ćwiczenia laboratoryjne				13 + 26			
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu							
Student poznaje wybrane repozytoria, zasady z ich korzystania. Student potrafi znaleźć szukany zbiór danych, jeśli jest to konieczne aplikować o dostęp, pobrać zbiór danych. Potrafi krytycznie ocenić pobrany zbiór danych oraz dostosować go do formatu odpowiedniego dla używanego narzędzia.							
B. Wymagania wstępne							
Znajomość biologii, matematyki i informatyki zgodnie z podstawą programową kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego, technikum oraz branżowej szkoły II stopnia, zakres podstawowy.							
C. Efekty uczenia się							
Wiedza							
Zna i rozumie						Kod KEU	
Algorytmy i modele statystyczne umożliwiające ocenę jakości danych deponowanych w repozytoriach danych biomedycznych.						04BC_1A_W02	
Algorytmy do analizy i przeszukiwania repozytoriów danych biomedycznych.							
Miary jakości danych biomedycznych opisanych w najbardziej popularnych repozytoriach danych biomedycznych.						04BC_1A_W06	
- Podstawowe struktury danych i metadanych używane w repozytoriach danych omicznych. - Oprogramowanie do budowania i modyfikowania danych formatowanych zgodnie ze standardami dużych repozytoriów danych biomedycznych.						04BC_1A_W07	
- Regulacje prawne związane z dostępem do danych biomedycznych. - Związek pomiędzy typem danych gromadzonych w repozytorium a poziomem zabezpieczeń z tym związanych.						04BC_1A_W12	
Algorytmy sztucznej inteligencji używane do oceny jakości danych oraz klasyfikacji danych zawartych w repozytoriach danych biomedycznych.						04BC_1A_W13	
Umiejętności							
Potrafi						Kod KEU	
Integrować dane biomedyczne oraz korzystać z algorytmów umożliwiających interoperacyjność danych zgromadzonych w dużych repozytoriach tematycznych.						04BC_1A_U02	
Pozyskiwać oraz deponować dane w repozytoriach danych biomedycznych.						04BC_1A_U03	
Dokonywać filtrowania, zestawiania i analizy eksploracyjnej danych pozyskanych z repozytoriów biomedycznych.						04BC_1A_U12	
Kompetencje społeczne							
Jest gotów do						Kod KEU	
Oceny bezpieczeństwa pracy i ochrony sprzętu IT.						04BC_1A_K04	
Aktualizowania wiedzy z zakresu nauk społecznych w celu poprawnej interpretacji metadanych						04BC_1A_K05	
Krytycznego podejścia do jakości pobranych danych z repozytorium						04BC_1A_K06	
D. Treści programowe							
Podczas zajęć zaprezentowany zostanie materiał dotyczący wybranych repozytoriów danych biomedycznych oraz zasad ich funkcjonowania. Omówiona zostanie budowa i organizacja repozytoriów danych naukowych i badawczych, a także ich znaczenie w kontekście analizy i udostępniania informacji biomedycznych. Uczestnicy poznają popularne bazy danych sekwencji referencyjnych oraz przepływ danych – od momentu ich zebrania, poprzez proces przetwarzania, aż do zdeponowania w repozytorium. Przedstawione zostaną także							

podstawowe ograniczenia dostępnych baz danych, w tym aspekty związane z dostępnością, jakością i interoperacyjnością danych. Dodatkowo omówione zostaną miary jakości danych oraz ich znaczenie dla dalszych analiz i badań naukowych. Podczas zajęć uczestnicy zdobędą praktyczne umiejętności pracy z repozytoriami danych biomedycznych. Nauczą się rozróżniać typy repozytoriów oraz wskazywać przykłady baz danych odpowiednich do różnych zastosowań badawczych. Przećwiczą wyszukiwanie, pobieranie oraz wstępną analizę zbiorów danych dostępnych w repozytoriach naukowych. Uczestnicy będą potrafili dobrać odpowiednie zbiory danych do rozwiązania konkretnego problemu badawczego oraz zidentyfikować repozytoria, w których są one przechowywane. Następnie nauczą się dostosowywać pobrane rekordy do narzędzi informatycznych przeznaczonych do analizy danych biomedycznych. Dodatkowo uczestnicy przeprowadzą ocenę jakości pobranych danych, uwzględniając takie aspekty jak kompletność, zgodność z formatami analitycznymi oraz potencjalne błędy lub ograniczenia wpływające na dalsze przetwarzanie i interpretację wyników.

1b Statystyka opisowa

Nazwa przedmiotu:		Statystyka opisowa	
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	1	1	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	3		
Forma zaliczenia przedmiotu:	Zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Ćwiczenia audytoryjne, ćwiczenia laboratoryjne		13 + 26	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Celem wykładów i ćwiczeń jest poznanie przez studentów podstaw statystycznej oraz eksploracyjnej analizy danych w języku R.			
B. Wymagania wstępne			
Umiejętność podstawowej obsługi komputera, znajomość podstaw języka R oraz podstaw statystyki opisowej.			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
• Narzędzia i metody analizy eksploracyjnej analizy statystycznej danych biomedycznych.			04BC_1A_W02
• Statystyki z próby: średnia, kwantyle, miary rozproszenia, skośności i inne.			04BC_1A_W06
• Struktury danych biomedycznych i narzędzia do ich analizy statystycznej.			04BC_1A_W07
• Ograniczenia wynikające z wykorzystania danych wrażliwych w analizie statystycznej.			04BC_1A_W12
• Pojęcia anonimizacji i pseudoanonimizacji danych.			04BC_1A_W12
• Narzędzia i modele AI wykorzystywane do kontroli jakości danych biomedycznych.			04BC_1A_W13
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
• Planować pozyskanie danych i ich analizę eksploracyjną.			04BC_1A_U02
• Integrować dane biomedyczne z zachowaniem odpowiednich standardów.			04BC_1A_U03
• Dokumentować proces analizy eksploracyjnej w celu reprodukowalności wyników.			04BC_1A_U03
• Wykorzystywać narzędzia do analizy eksploracyjnej danych (arkusze kalkulacyjne, oprogramowanie statystyczne).			04BC_1A_U12
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU
• Oceny bezpieczeństwa pracy i ochrony sprzętu IT.			04BC_1A_K04
• Aktualizowania wiedzy z zakresu nauk społecznych w celu poszerzenia zakresu interpretacji wyników analiz w kontekście interdyscyplinarności			04BC_1A_K05
• Krytycznej oceny jakości danych i planu eksperymentu z jakiego zostały wygenerowane.			04BC_1A_K06
D. Treści programowe			
Zaprezentowany zostanie materiał dotyczący podstawowych rozkładów danych oraz metod ich porównywania. Omówione zostanie pojęcie eksperymentu statystycznego, a także różne metody poboru próby, które mają kluczowe znaczenie w analizie danych i wnioskowaniu statystycznym. Uczestnicy poznają			

pojęcie zależności statystycznej i jej znaczenie w badaniach naukowych oraz analizie danych. Przedstawione zostaną również podstawowe statystyki opisowe, takie jak miary tendencji centralnej, rozproszenia i kształtu rozkładu, które stanowią fundament analizy statystycznej. Podczas zajęć uczestnicy zdobędą praktyczne umiejętności prezentacji danych oraz obliczania statystyk opisowych. Nauczą się kontrolować jakość danych, identyfikować błędy i stosować metody weryfikacji poprawności zbiorów danych przed przystąpieniem do analizy. Uczestnicy przeprowadzą analizę zależności pomiędzy cechami, interpretując uzyskane wyniki w kontekście statystycznym i praktycznym. Dodatkowo nauczą się obliczać licznosc próby, dobierając odpowiednie metody w zależności od rodzaju badania i oczekiwanej precyzji wyników.

2 Niezbędne Narzędzia Matematyki

Niezbędne narzędzia matematyki			
Nazwa przedmiotu:	Niezbędne narzędzia matematyki		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	1	1	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	6		
Forma zaliczenia przedmiotu:	Zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Wykład, ćwiczenia laboratoryjne		26 + 26	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Celem wykładów i ćwiczeń jest poznanie przez studentów podstawowych narzędzi matematycznych stosowanych w naukach biomedycznych.			
B. Wymagania wstępne			
Umiejętność podstawowej obsługi komputera, znajomość podstaw matematyki na poziomie szkoły średniej.			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
Pojęcia matematyki wyższej niezbędne do zrozumienia modeli probabilistycznych oraz ich zastosowanie w analizie danych biomedycznych.			04BC_1A_W02
Metody dowodu twierdzeń i weryfikowania hipotez badawczych w oparciu o prawa logiki.			04BC_1A_W06
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
Wykorzystywać narzędzia matematyki wyższej w zastosowaniach do nauk biomedycznych.			04BC_1A_U09
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU
Uzasadnienia roli nauk biomedycznych i narzędzi matematycznych używanych w modelowaniu do zastosowań w naukach medycznych.			04BC_1A_K01
D. Treści programowe			
Podczas zajęć zaprezentowany zostanie materiał dotyczący kluczowych pojęć analizy matematycznej i algebry liniowej, niezbędnych w modelowaniu matematycznym i analizie danych. Omówione zostaną definicje funkcji i relacji oraz podstawowe pojęcia metryki i normy, które pozwalają na opis przestrzeni matematycznych. Uczestnicy poznają definicję granicy funkcji oraz jej znaczenie w analizie zmienności i ciągłości funkcji. Przedstawione zostaną podstawowe koncepcje algebry liniowej, w tym definicja przekształcenia liniowego, macierzy oraz składania przekształceń liniowych. Omówione zostaną również wektory i wartości własne, a także ich zastosowanie w analizie matematycznej i modelowaniu. Uczestnicy zapoznają się z definicją i interpretacją pochodnych funkcji jednej i wielu zmiennych oraz poznają podstawowe metody znajdowania ekstremów funkcji. Omówione zostaną również techniki aproksymacji funkcji z użyciem rachunku różniczkowego, które mają szerokie zastosowanie w analizie numerycznej i modelowaniu zjawisk fizycznych i biologicznych. Dodatkowo uczestnicy poznają definicję całki Riemanna oraz jej interpretację geometryczną, a także podstawowe metody liczenia całek nieoznaczonych. Na zakończenie zajęć przedstawione zostaną podstawy równań różniczkowych i ich rola w budowaniu modeli matematycznych, które opisują procesy dynamiczne zachodzące w przyrodzie, inżynierii i naukach biomedycznych. Uczestnicy zdobędą również praktyczne umiejętności w zakresie analizy matematycznej i algebry liniowej. Nauczą się obliczać granice ciągów oraz funkcji jednej i wielu zmiennych, co pozwoli im na lepsze zrozumienie zachowania funkcji w różnych punktach oraz ich zastosowań w modelowaniu matematycznym. Uczestnicy przećwiczą			

wykonywanie podstawowych operacji na macierzach i przekształceniach liniowych, w tym mnożenie macierzy, obliczanie wyznaczników oraz znajdowanie wartości i wektorów własnych. Umiejętności te mają kluczowe znaczenie w analizie danych, grafice komputerowej oraz w algorytmach uczenia maszynowego. Dodatkowo uczestnicy będą obliczać ekstrema funkcji jednej i wielu zmiennych, stosując metody różniczkowe do analizy punktów krytycznych i interpretacji wyników w kontekście rzeczywistych problemów optymalizacyjnych. W końcowej części zajęć uczestnicy nauczą się budować proste modele matematyczne opisujące zjawiska biologiczne. Będą potrafili pozyskiwać dane z tych modeli oraz oceniać wiarygodność uzyskanych wyników, co umożliwi im zastosowanie matematycznych metod do analizy i interpretacji danych biologicznych i biomedycznych.

3 Podstawy programowania

Nazwa przedmiotu:				Podstawy programowania			
Kod przedmiotu:		Rok studiów:		Semestr:		Język:	
		1		1		polski	
Forma prowadzenia zajęć:		stacjonarna					
Punkty ECTS:		9					
Forma zaliczenia przedmiotu:		Zaliczenie					
Forma zajęć				Liczba godzin			
Ćwiczenia audytoryjne, ćwiczenia laboratoryjne				26 + 52			
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu							
Student poznaje podstawy algorytmiki, podstawowe struktury danych; zdobywa umiejętność programowania w językach Bash i Python. Student tworzy algorytmy i zapisuje w postaci skryptów.							
B. Wymagania wstępne							
Znajomość biologii, matematyki i informatyki zgodnie z podstawą programową kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego, technikum oraz branżowej szkoły II stopnia, zakres podstawowy.							
C. Efekty uczenia się							
Wiedza							
Zna i rozumie						Kod KEU	
• Implementacje modeli statystycznych w wybranych pakietach oprogramowania.						04BC_1A_W02	
• Zasady pisania efektywnych programów do obliczeń statystycznych.						04BC_1A_W07	
• Zasady wykorzystania struktur danych do analizy danych biomedycznych.						04BC_1A_W08	
• Implementacje modeli i metod statystycznych w wybranych pakietach przeznaczonych do analizy danych biomedycznych.						04BC_1A_W13	
• Zasady doboru infrastruktury IT do oprogramowania i algorytmów wykorzystywanych w analizie danych biomedycznych.							
Umiejętności							
Potrafi						Kod KEU	
• Projektować i implementować wybrane metody analizy danych w oparciu o standardy programowania.						04BC_1A_U01	
Kompetencje społeczne							
Jest gotów do						Kod KEU	
• Uzasadnienia roli nauk biologicznych oraz uzasadnienia roli algorytmiki w badaniu procesów biologicznych wraz z zastosowaniem w naukach medycznych						04BC_1A_K01	
D. Treści programowe							
Podczas zajęć zaprezentowany zostanie materiał dotyczący podstaw informatyki i programowania, ze szczególnym uwzględnieniem języka Python. Omówione zostanie pojęcie algorytmu oraz języka programowania, a także różnice między podstawowymi strukturami danych, ich zastosowaniami i efektywnością. Uczestnicy poznają zalety i wady języków skryptowych oraz kompilowanych, co pozwoli im na świadomy wybór technologii odpowiedniej do konkretnego problemu. Przedstawione zostanie przeznaczenie typów danych w języku Python oraz operacje możliwe do wykonania na poszczególnych typach. Omówione zostaną również instrukcje sterujące działaniem skryptu, które umożliwiają kontrolę przepływu programu, a także definicja funkcji i ich zastosowanie w organizacji kodu. Uczestnicy poznają także pojęcie obsługi wyjątków oraz metody komunikacji programu poprzez operacje wejścia i wyjścia, co pozwoli im lepiej zrozumieć sposób interakcji skryptów z użytkownikiem i systemem operacyjnym.							

Uczestnicy nauczą się formułować rozwiązania problemów obliczeniowych w postaci algorytmów oraz dobierać odpowiednie metody programistyczne do rozwiązywania zagadnień związanych z biologią i biomedycyną. Będą tworzyć programy realizujące sformułowane algorytmy, korzystając z wybranego języka programowania i odpowiedniego środowiska programistycznego. W trakcie zajęć uczestnicy nauczą się wybierać właściwą strukturę programu oraz odpowiednie typy danych, dostosowując je do konkretnego zadania obliczeniowego. Przećwiczą stosowanie podstawowych instrukcji języka programowania oraz deklarowanie i wykorzystywanie funkcji w programie głównym. Dodatkowo nauczą się używać operacji wejścia i wyjścia do komunikacji programu ze środowiskiem zewnętrznym. Uczestnicy będą także uzasadniać poprawność własnej implementacji oraz stosować zasady prawa autorskiego w kontekście programowania i wykorzystywania kodu. Na zakończenie zajęć poznają metody samokształcenia w zakresie języków programowania i algorytmów, co umożliwi im dalszy rozwój umiejętności programistycznych i efektywne wykorzystanie ich w badaniach biologicznych.

4 Propedeutyka studiów przyrodniczych

Nazwa przedmiotu:				Propedeutyka studiów przyrodniczych			
Kod przedmiotu:		Rok studiów:		Semestr:		Język:	
		1		1		polski	
Forma prowadzenia zajęć:		stacjonarna					
Punkty ECTS:		2					
Forma zaliczenia przedmiotu:		Zaliczenie					
Forma zajęć				Liczba godzin			
Ćwiczenia audytoryjne				26			
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu							
Przedstawienie specyfiki studiów przyrodniczych, źródeł wiedzy i sposobów jej pozyskiwania.							
B. Wymagania wstępne							
Znajomość biologii, chemii, fizyki na poziomie szkoły średniej, znajomość języka angielskiego umożliwiającą zrozumienie prostego tekstu.							
C. Efekty uczenia się							
Wiedza							
Zna i rozumie						Kod KEU	
- Odrębność przedmiotu nauk przyrodniczych i ścisłych od przedmiotu nauk humanistycznych i społecznych. - Metodę naukową.						04BC_1A_W04	
Umiejętności							
Potrafi						Kod KEU	
Korzystać z literaturowych baz danych, zdobywać informacje i przetwarzać je zgodnie z zasadami własności intelektualnej.						04BC_1A_U03	
Planować i projektować i eksperymenty przyrodnicze.						04BC_1A_U04	
Kompetencje społeczne							
Jest gotów do						Kod KEU	
Uzasadnienia roli nauk biologicznych jako podstawowych dla medycyny.						04BC_1A_K01	
Stosowania zasad etyki pracy naukowej w projektowaniu badań biomedycznych i biologicznych.						04BC_1A_K02	
Przeprowadzania obiektywnej oceny pracy własnej i innych oraz wyciągania wniosków.						04BC_1A_K03	
D. Treści programowe							
Na zajęciach przedstawione zostaną definicje nauk przyrodniczych i metody naukowej, różne źródła informacji naukowej. Słuchacze nauczą się formułować hipotezę badawczą oraz rozróżniać wnioski z doświadczenia od obserwacji, a także zaznajomią się z procesem <i>peer review</i> . Słuchacze nabydą umiejętności pozwalających im poprawnie wskazać rodzaje artykułów naukowych; świadomie korzystać z artykułu naukowego jako źródła wiedzy; poprawnie zacytować źródła wiedzy; przedstawić wynik pomiaru w formie zgodnej z zasadami metrologii; krytycznie interpretować wyniki przedstawione w prezentacji lub artykule naukowym; wskazać różnicę pomiędzy wnioskami a wynikami eksperymentu; zaplanować prosty eksperyment z zakresu nauk przyrodniczych.							

Słuchacze zostaną przygotowani do przestrzegania zasad praw autorskich; przestrzegania zasad etyki badań naukowych a także przeprowadzenia obiektywnej samooceny własnej pracy.

5 Podstawy metod analitycznych

Nazwa przedmiotu:		Podstawy metod analitycznych	
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	1	1	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	4		
Forma zaliczenia przedmiotu:	Egzamin		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Wykład, ćwiczenia laboratoryjne		39 + 13	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Przedstawienie procesów fizycznych leżących u podstaw wybranych metod analitycznych.			
B. Wymagania wstępne			
Znajomość fizyki i chemii w zakresie szkoły średniej, znajomość wybranych zagadnień objętych przedmiotem Organizacja świata żywego: Podstawy biofizyki i biochemii.			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
- Istotę zjawisk fizycznych leżących u podstawy wybranych metod analitycznych. - Zasadę działania wybranych urządzeń wykorzystywanych w badaniach podstawowych i diagnostyce medycznej.			04BC_1A_W01
Metody statystyczne służące do opracowywania danych.			04BC_1A_W06
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
- Przeprowadzić eksperyment z zakresu nauk przyrodniczych zgodnie z podanym schematem. - Przedstawić dane z doświadczeń z uwzględnieniem zasad prezentacji danych eksperymentalnych. - Opracować uzyskane dane doświadczalne z wykorzystaniem adekwatnych metod statystycznych. - Sformułować prawidłowe wnioski z wykonanego eksperymentu.			04BC_1A_U04
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU
Dyskusji na temat roli nauk biologicznych w medycynie i obrazowaniu medycznym i konieczności udostępniania danych o charakterze referencyjnym na zasadach otwartego dostępu.			04BC_1A_K01
Przeprowadzania obiektywnej samooceny własnej pracy na podstawie samoceny projektu przygotowanego samodzielnie.			04BC_1A_K03
Przestrzegania zasad BHP w pracy laboratoryjnej.			04BC_1A_K04
Krytycznej dyskusji artykułów naukowych w zakresie poprawnej prezentacji danych dotyczących zagadnień przedstawionych na zajęciach.			04BC_1A_K06
D. Treści programowe			
Uczestniczący w zajęciach zostaną zapoznani z pojęciami z zakresu metrologii oraz fizyki: cieczy (np. lepkość, gęstość, ciśnienie, napięcie powierzchniowe; oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z materią oraz zjawisko sedymentacji w polu grawitacyjnym; procesami fizycznymi leżącymi u podłoża procesu widzenia; zasadami metod analitycznych opartych na zjawisku absorpcji, rozpraszania i emisji promieniowania elektromagnetycznego; zasadami działania mikroskopów świetlnych, metodami analizy obrazu oraz repozytoriami obrazów medycznych.			
Uczestnicy nabędą umiejętności pozwalające im na: przyporządkowanie właściwego rodzaju metody analitycznej do badanego materiału biologicznego; przeprowadzenie analizy preparatu mikroskopowego wybraną metodą; przeprowadzenie grawimetrycznej kalibrację pipety automatycznej; przeprowadzenie analizy spektralnej roztworu substancji absorbującej w zakresie UV-VIS; wyjaśnienie zjawiska statycznego i dynamicznego wygaszania fluorescencji.			

Studenci będą gotowi do przestrzegania zasad BHP oraz będą rozumieć potrzebę kontroli jakości urządzeń laboratoryjnych a także przeprowadzenia obiektywnej samooceny własnej pracy oraz ciągłego samokształcenia.

6 Organizacja świata żywego: Podstawy biofizyki i biochemii

Nazwa przedmiotu:		Organizacja świata żywego: Podstawy biofizyki i biochemii	
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	1	1	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	6		
Forma zaliczenia przedmiotu:	Egzamin		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Wykłady, ćwiczenia audytoryjne, ćwiczenia laboratoryjne		26 + (13 + 13)	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Zapoznanie studentów z zagadnieniami fizyki i chemii niezbędnymi dla zrozumienia procesów fizycznych i biochemicznych zachodzących w przyrodzie.			
B. Wymagania wstępne			
Znajomość biologii, chemii, fizyki na poziomie szkoły średniej, znajomość języka angielskiego umożliwiającą zrozumienie prostego tekstu.			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
- Pojęcia z zakresu fizyki i biofizyki i rozumie ich zastosowanie w kontekście funkcjonowania komórek, organizmów żywych oraz środowiska. - Kierunkowość procesów biologicznych oraz zasady przenoszenia energii i masy w komórkach i organizmach. - Biofizyczne podstawy metod obrazowania takich jak: ultrasonografia, reologia, elektroencefalografia, elektromiografia, elektroneurografia, tomografia NMR, rentgenografia i tomografia rentgenowska, tomografia SPECT, PET. - Konsekwencje praw fizyki i chemii dla budowy cząsteczek biochemicznych oraz procesów biochemicznych.			04BC_1A_W01
Konieczność stosowania statystyk opisowych do analizy danych biochemicznych i biofizycznych oraz archiwizowania danych i udostępniania ich zgodnie z zasadami.			04BC_1A_W06
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
- Rozpoznać podstawowe formaty danych biomedycznych dotyczących obrazowania i odnaleźć bazy danych zawierające takie obrazy oraz narzędzia pozwalające na ich analizę. - Zdobywać i wykorzystywać informacje naukowe z zakresu biofizyki i biochemii z poszanowaniem praw autorskich. - Prezentować wybrane tematy z zakresu biofizyki i biochemii posługując się specjalistycznym językiem i wizualizacją danych. - Określić rządowość reakcji chemicznych. - Wyznaczyć parametry charakterystyczne dla kinetyki enzymatycznej. - Rozpoznać typy inhibicji na podstawie analizy danych eksperymentalnych.			04BC_1A_U02
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU
Przeprowadzania obiektywnej samooceny własnej pracy na podstawie samoceny przygotowanego projektu.			04BC_1A_K03
Krytycznej dyskusji artykułów naukowych w zakresie poprawnej prezentacji danych dotyczących zagadnień przedstawionych na zajęciach.			04BC_1A_K06
D. Treści programowe			
Uczestnicy zajęć poznają pojęcia z zakresu termodynamiki takie jak: zasady termodynamiki, układ termodynamiczny, funkcje stanu, równowaga termodynamiczna i odnoszenie ich do funkcjonowania komórek, organizmów żywych oraz środowiska; nauczą się opisywać bilans cieplny organizmu oraz			

rozpatrywać organizm, komórkę i ekosystem jako układ termodynamiczny; zasady transportu ładunku elektrycznego oraz transportu masy i powiązane z tym procesem pojęcia (dyfuzji, osmozy, potencjału: elektrochemicznego, elektrodowego, dyfuzyjnego, błonowego, równowagi Donana); pojęcia z zakresu fizyki jądrowej oraz zdobędą umiejętność klasyfikowania promieniowania jak i rozróżnią sposoby oddziaływania tego promieniowania z materią. Wyjaśnione zostaną biofizyczne podstawy metod obrazowania takich jak: ultrasonografia, reologia, elektroencefalografia, elektromiografia, elektroneurografia, tomografia NMR, rentgenografia i tomografia rentgenowska, tomografia SPECT, PET. Osoby studiujące dowiedzą się jak oddziaływania molekularne wpływają na kształtowanie struktur biologicznych, poznają klasy związków biologicznie istotnych (białka, węglowodany, lipidy, kwasy nukleinowe); sposoby pozyskiwania energii przez komórki. Przedstawione zostaną założenia i potrzeba digitalizacji oraz archiwizowania danych biochemicznych.

Osoby studiujące nauczą się: rozpoznać podstawowe formaty danych z obrazowania uzyskane poznanymi metodami obrazowania, prezentować wybrane tematy z zakresu biofizyki i biochemii posługując się specjalistycznym językiem; omówić szlak kataboliczny na wybranym przykładzie; omówić szlak anaboliczny na wybranym przykładzie; poprawnie interpretować dane; zdobywać i wykorzystywać informacje naukowe z zakresu biofizyki i biochemii z poszanowaniem praw autorskich; określić rządowość reakcji chemicznych; wyznaczyć parametry charakterystyczne dla kinetyki enzymatycznej; rozpoznać typy inhibicji na podstawie wyników eksperymentalnych.

1 rok, 2 semestr

7a Wprowadzenie do bioinformatyki

Wprowadzenie do bioinformatyki			
Nazwa przedmiotu:	Wprowadzenie do bioinformatyki		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	1	2	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	3		
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Ćwiczenia audytoryjne, ćwiczenia laboratoryjne		13 + 26	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Student poznaje podstawowe metody bioinformatyczne, formaty plików, metody analizy danych i kontroli jakości danych.			
B. Wymagania wstępne			
Znajomość biologii, matematyki i informatyki zgodnie z podstawą programową kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego, technikum oraz branżowej szkoły II stopnia, zakres podstawowy.			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
- Struktury danych omicznych. - Metody przetwarzania i kontroli jakości danych omicznych.			04BC_1A_W07
Modele i metody analizy danych omicznych.			04BC_1A_W08
Metody AI wykorzystywane w bioinformatyce do analizy danych omicznych oraz kontroli ich jakości.			04BC_1A_W13
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
- Stosować narzędzia bioinformatyczne do integracji i standaryzacji danych. - Wykonywać kontrolę jakości danych omicznych.			04BC_1A_U02
Planować i wdrażać wtórne wykorzystanie danych omicznych w oparciu o narzędzia bioinformatyczne.			04BC_1A_U03
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU
Samodzielnego rozpoznania ograniczeń wykorzystania danych omiczny w zależności od ich formatu.			04BC_1A_K02
Doboru odpowiedniego środowiska pracy do wybranych algorytmów bioinformatycznych.			04BC_1A_K04

D. Treści programowe
Podczas zajęć zaprezentowany zostanie materiał dotyczący standardowych struktur plików w analizie danych z sekwencjonowania nowej generacji (ang. new generation sequencing – NGS). Omówione zostaną zasady kontroli jakości tych danych oraz metody przyrównywania do genomu referencyjnego. Przedstawione będą także algorytmy identyfikacji wariantów genetycznych. Uczestnicy poznają podstawowe metody filtrowania wariantów oraz sposoby przeszukiwania dostępnych źródeł w celu określenia ich konsekwencji. Podczas zajęć wypracowane zostaną umiejętności z zakresu przygotowania danych do analizy przy użyciu podstawowych narzędzi bioinformatycznych. Uczestnicy nauczą się wykonywać kontrolę jakości oraz filtrowanie danych z eksperymentów NGS. Zdobędą także umiejętność dopasowywania odczytów do genomu referencyjnego i oceny jakości dopasowania. Przećwiczą zliczanie cech po dopasowaniu do genomu oraz wywoływanie wariantów genetycznych. Dodatkowo poznają metody filtrowania otrzymanych wyników.

7b Programowanie dla sekwencjonowania nowej generacji

Programowanie dla sekwencjonowania nowej generacji			
Nazwa przedmiotu:	Programowanie dla sekwencjonowania nowej generacji		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	1	2	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	3		
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenia		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Ćwiczenia audytoryjne, ćwiczenia laboratoryjne		13 + 26	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Podczas zajęć zostaną przedstawione standardy plików wykorzystywanych w NGS. Zdobywa umiejętność przetwarzania plików tekstowych w bash. Student potrafi wykonać demultipleksację, ocenę jakości odczytów, mapować odczyty do i bez referencji (<i>de-novo</i>), porównać sekwencje.			
B. Wymagania wstępne			
Znajomość biologii, matematyki i informatyki zgodnie z podstawą programową kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego, technikum oraz branżowej szkoły II stopnia, zakres podstawowy.			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
• Narzędzia programistyczne i algorytmy wykorzystywane do analizy danych z sekwencjonowania nowej generacji.			04BC_1A_W07
• Metody informatyczne oraz pakiety oprogramowania stosowane w analizie danych z sekwencjonowania DNA i RNA.			04BC_1A_W08
• Narzędzia i algorytmy AI do analizy i kontroli jakości danych z sekwencjonowania.			04BC_1A_W13
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
• Stosować odpowiednie narzędzia programistyczne do integracji danych z sekwencjonowania DNA lub RNA z różnych źródeł.			04BC_1A_U02
• Wtórnie przetwarzać i analizować dane z sekwencjonowania pozyskane z otwartych repozytoriów.			04BC_1A_U03
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU
• Przygotowania odpowiedniej dokumentacji oprogramowania stosowanego do analizy danych z sekwencjonowania.			04BC_1A_K02
• Doboru odpowiedniego środowiska pracy w zależności od wykorzystanego narzędzia.			04BC_1A_K04
D. Treści programowe			
Podczas zajęć zaprezentowany zostanie materiał dotyczący standardowych typów plików wykorzystywanych w NGS oraz ich struktury. Omówione zostanie ich zastosowanie w analizach naukowych. Przedstawiony będzie także proces demultipleksacji. Uczestnicy poznają różnice między mapowaniem do genomu referencyjnego a mapowaniem bez referencji. Dodatkowo zostaną zaprezentowane podstawowe bazy danych sekwencji referencyjnych, takie jak Silva, GreenGene i Midori.			

Podczas zajęć wypracowane będą umiejętności odczytywania i przetwarzania standardowych plików danych w NGS. Uczestnicy nauczą się przeprowadzać proces demultipleksacji z użyciem narzędzia BCL2FASTQ oraz oceniać jakość uzyskanych odczytów. Zdobędą również praktyczne doświadczenie w mapowaniu genomu do referencji i porównywaniu sekwencji. Dodatkowo poznają zasady właściwego doboru narzędzi i algorytmów do rozwiązania problemu oraz odpowiedniego wyboru bazy sekwencji referencyjnych do eksperymentu.

8 Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa I

Nazwa przedmiotu:	Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa I		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	1	2	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	6		
Forma zaliczenia przedmiotu:	Egzamin		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Wykłady, ćwiczenia laboratoryjne		26 + 26	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Celem wykładów i ćwiczeń jest poznanie przez studentów podstaw rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej.			
B. Wymagania wstępne			
Umiejętność podstawowej obsługi komputera, znajomość podstaw języka R oraz podstaw statystyki opisowej.			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
• Probabilistyczne podstawy metod i modeli statystyki i uczenia maszynowego.			04BC_1A_W02
• Pojęcia rachunku prawdopodobieństwa i modele probabilistyczne stosowane w analizie danych biomedycznych.			04BC_1A_W06
• Aparat matematyczny do zastosowany w metodach probablistyki i modelach probabilistycznych.			04BC_1A_W09
• Pojęcia i metody związane z przybliżonym rozwiązaniem problemów probablistyki w zastosowaniach biomedycznych.			04BC_1A_W10
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
• Projektować metody i algorytmy probabilistyczne w zastosowaniach biomedycznych.			04BC_1A_U01
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU
• Uzasadnienia roli nauk biologicznych i modelowania w biologii do zastosowań w zakresie medycyny.			04BC_1A_K01
• Stosowania zasad etyki i najlepszych praktyk w zakresie opisanego zastosowanego aparatu probabilistycznego, aby zapewnić reprodukowalność otrzymanych wyników.			04BC_1A_K02
D. Treści programowe			
Podczas zajęć zaprezentowany zostanie materiał dotyczący podstawowych pojęć teorii prawdopodobieństwa, takich jak przestrzeń probabilistyczna, zmienna losowa, dystrybuanta i funkcja prawdopodobieństwa. Omówione zostaną podstawowe modele probabilistyczne oraz rozkłady zmiennych losowych. Uczestnicy poznają charakterystyki rozkładu zmiennej losowej oraz zależności między zmiennymi losowymi, w tym rozkłady i prawdopodobieństwa warunkowe. Dodatkowo przedstawione zostaną podstawowe twierdzenia graniczne, w tym Prawo Wielkich Liczb i Centralne Twierdzenie Graniczne. Podczas zajęć wypracowane będą umiejętności opisywania modeli probabilistycznych oraz definiowania zmiennych losowych. Uczestnicy nauczą się wyznaczać funkcję prawdopodobieństwa, dystrybuentę oraz charakterystyki liczbowe zmiennych losowych. Będą także sprawdzać ich niezależność i symulować zmienne losowe o określonym rozkładzie. Dodatkowo poznają metody przybliżone, takie jak Markov Chain Monte Carlo, do wyznaczania charakterystyk liczbowych zmiennych. Przeciwczą również aproksymacje i symulacje związane z podstawowymi twierdzeniami granicznymi.			

9 Biblioteki Pythona w analizie danych

Nazwa przedmiotu:	Biblioteki Pythona w analizie danych		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	1	2	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	3		
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Wykłady, ćwiczenia laboratoryjne		13 + 26	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z tą częścią ekosystemu Pythona, która jest najczęściej wykorzystywana w praktycznych zastosowaniach analizy danych.			
B. Wymagania wstępne			
Znajomość dowolnego języka programowania na poziomie instrukcji sterujących.			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
• Modele matematyczne oraz ich implementacje w języku Python wykorzystywane w analizie danych biomedycznych.			04BC_1A_W02
• Algorytmy i struktury danych w języku Python związane z analizą danych biomedycznych.			04BC_1A_W07
• Algorytmy i metody eksploracji i wizualizacji danych biologicznych i biomedycznych w języku Python.			04BC_1A_W08
• Narzędzia do analizy danych w tym w zastosowaniu do danych biologicznych i biomedycznych.			04BC_1A_W13
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
• Projektować, implementować i testować metody eksploracji danych w języku Python.			04BC_1A_U01
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU
• Wyboru odpowiedniej infrastruktury pod konkretne zastosowanie wytworzonego algorytmu w języku Python dla danych biomedycznych.			04BC_1A_K04
D. Treści programowe			
Po zakończeniu przedmiotu student: rozróżnia i wykorzystuje struktury danych implementowane przez biblioteki NumPy i Panda; wczytuje dane w różnych formatach, a następnie sprawdza ich poprawność i kompletność; przetwarza dostarczone dane i wyodrębnia z nich informacje odpowiadające na konkretne zapytania; przeprowadza wizualizację na podstawie dostarczonych danych; wdraża modele analizy danych wykorzystując właściwe biblioteki.			

10 Organizacja świata żywego: Podstawy biologii komórki

Organizacja świata żywego: Podstawy biologii komórki			
Nazwa przedmiotu:	Organizacja świata żywego: Podstawy biologii komórki		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	1	2	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	6		
Forma zaliczenia przedmiotu:	Egzamin		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Wykłady, ćwiczenia audytoryjne, ćwiczenia laboratoryjne		26 + (13 + 13)	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Przedstawienie komórki jako podstawowej jednostki strukturalnej i funkcjonalnej organizmu.			
B. Wymagania wstępne			
Znajomość biologii w zakresie szkoły średniej.			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
• Pojęcie komórki jako podstawowej jednostki strukturalnej i funkcjonalnej organizmu.			04BC_1A_W01

• Podział komórek na prokariotyczne, roślinne, grzybowe i zwierzęce. • Funkcjonowanie organizmu jednokomórkowego. • Pojęcie tkanki jako zespołu komórek o zbliżonej strukturze i funkcji. • Różne rodzaje podziałów komórkowych i metody ich wizualizacji.	
• Statystyki opisowe stosowane do analizy danych obrazowych z badań podstawowych oraz archiwizowania danych i udostępniania ich zgodnie z zasadami otwartego dostępu.	04BC_1A_W06
• Budowę komórek prokariotycznych, roślinnych, grzybowych i zwierzęcych, umożliwiającą ich rozróżnienie. • Budowę i lokalizację organelli komórkowych i powiązania ich budowy z funkcją. • Procesy życiowe komórki, takie jak transport przez błony, biosyntezę białek i podziały komórek.	04BC_1A_W11
Umiejętności	
Potrafi	Kod KEU
• Korzystać z dostępnych baz danych histologicznych. • Przeanalizować pod względem wybranego parametru obraz preparatu mikroskopowego. • Przygotować samodzielnie preparat do analizy w mikroskopie świetlnym.	04BC_1A_U02
• Zaplanować eksperyment z wykorzystaniem technik obrazowania mikroskopowego, zaproponować adekwatne do uzyskanych danych metody opracowania wyników z eksperymentu.	04BC_1A_U04
Kompetencje społeczne	
Jest gotów do	Kod KEU
• Przeprowadzania obiektywnej samooceny własnej pracy na podstawie samoceny projektu przygotowanego samodzielnie.	04BC_1A_K03
• Przestrzegania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium.	04BC_1A_K04
• Krytycznej dyskusji artykułów naukowych w zakresie poprawnej prezentacji danych dotyczących zagadnień przedstawionych na zajęciach.	04BC_1A_K06
D. Treści programowe	
Student poznaje: definicję komórki jako podstawowej jednostki strukturalnej i funkcjonalnej organizmu; funkcje życiowe komórki i odnosi je do struktur komórkowych; definicję podziałów komórkowych; funkcjonowanie organizmu jednokomórkowego na przykładzie wybranego protista; klasyfikację komórek na: prokariotyczne, roślinne, grzybowe i zwierzęce; pojęcie tkanki jako zespołu komórek o zbliżonej strukturze i funkcji. Studenci uzyskują umiejętności pozwalające im na: rozpoznanie komórek prokariotycznych, roślinnych, grzybowych i zwierzęcych; wskazanie organelli komórkowych i powiązanie ich budowy z funkcją; opisanie wybranych procesów życiowych komórki (transportu przez błony, biosyntezy białek i podziałów komórek) oraz przygotowanie preparatów do analizy w mikroskopie świetlnym.	

11 Organizacja świata żywego: histologia, fizjologia, anatomia

Nazwa przedmiotu:	Organizacja świata żywego: histologia, fizjologia, anatomia		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	1	2	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	6		
Forma zaliczenia przedmiotu:	Egzamin		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Wykłady, ćwiczenia laboratoryjne		30 + 22	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Zapoznanie studentów z budową i funkcjonowaniem organizmu zwierząt kręgowych na poziomie histologicznym, anatomicznym i fizjologicznym. Szczególną uwagę poświęcono mechanizmom pobudliwości komórkowej oraz współdziałaniu tkanek w utrzymaniu homeostazy.			
B. Wymagania wstępne			
Wiedza z zakresu biologii, chemii i fizyki na poziomie szkoły średniej.			
C. Efekty uczenia się			

Wiedza	
Zna i rozumie	Kod KEU
- Pojęcie homeostazy jako zdolności organizmu do utrzymywania stabilnych warunków wewnętrznych. - Kluczowe mechanizmy regulacyjne utrzymujące homeostazę, ze szczególnym uwzględnieniem roli układu nerwowego i hormonalnego. - Typy tkanek zwierzęcych oraz ich budowę i funkcje. - Szczegółową budowę i organizację układu nerwowego, mięśniowego, krwionośnego i dokrewnego, uwzględniając strukturę anatomiczną i zależności funkcjonalne w regulacji procesów fizjologicznych. - Mechanizmy bioelektryczne zachodzące w organizmach kręgowców.	04BC_1A_W11
Umiejętności	
Potrafi	Kod KEU
- Rozpoznawać obrazy mikroskopowe wybranych narządów i tkanek oraz identyfikować ich strukturę histologiczną. - Korzystać z dostępnych w bazach danych obrazów histologicznych w celu projektowania narzędzi do analizy obrazów.	04BC_1A_U01
Wykorzystać narzędzia komputerowe do symulacji procesów fizjologicznych, analizowania danych oraz formułowania wniosków dotyczących funkcjonowania organizmu.	04BC_1A_U02
Zaplanować i przeprowadzić eksperyment z zakresu prób wydolnościowych organizmu, zestawić uzyskane dane eksperymentalne i zaproponować adekwatne do uzyskanych danych metody opracowania wyników z eksperymentu.	04BC_1A_U04
Kompetencje społeczne	
Jest gotów do	Kod KEU
Przeprowadzania obiektywnej samooceny własnej pracy na podstawie oceny samodzielnie przygotowanego raportu.	04BC_1A_K03
Przestrzegania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium.	04BC_1A_K04
Krytycznej dyskusji artykułów naukowych dotyczących zagadnień omawianych na zajęciach.	04BC_1A_K06
D. Treści programowe	
Podczas zajęć omówione zostaną zagadnienia dotyczące homeostazy i mechanizmów jej regulacji, ze szczególnym uwzględnieniem roli układu nerwowego i hormonalnego. Uczestnicy zapoznają się z budową, funkcjami oraz typami tkanek zwierzęcych, a także ze strukturą i organizacją układów: nerwowego, mięśniowego, krwionośnego i dokrewnego. Szczególny nacisk zostanie położony na zależności funkcjonalne między tymi układami w kontekście regulacji procesów fizjologicznych oraz na mechanizmy zjawisk bioelektrycznych u kręgowców.	

12 Biologia drobnoustrojów

12

Biologia drobnoustrojów

Nazwa przedmiotu:	Biologia drobnoustrojów		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	1	2	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	6		
Forma zaliczenia przedmiotu:	Egzamin		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Wykłady, ćwiczenia laboratoryjne		26 + 26	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Program przedmiotu obejmuje podstawy wirusologii, bakteriologii, mykologii oraz parazytologii, a także wprowadzenie do kluczowych pojęć i procesów związanych z mikroorganizmami. Podczas zajęć omówione zostaną wybrane zagadnienia dotyczące struktury cząstek wirusowych oraz komórek bakterii, pierwotniaków i grzybów mikroskopowych. Przedstawione będą drogi transmisji mikroorganizmów, cykl replikacyjny wirusów, formy rozwojowe wybranych grzybów mikroskopowych, z uwzględnieniem dermatofitów i pasożytniczych pierwotniaków oraz metabolizm energetyczny bakterii. Zajęcia uwzględniają również oddziaływania między drobnoustrojami oraz ich wpływ na zdrowie człowieka. Ponadto program obejmuje			

podstawy diagnostyki i kontroli infekcji oraz inwazji, a także zastosowanie mikroorganizmów w nauce i medycynie. Szczególny nacisk położony będzie na zrozumienie zalet i ograniczeń zarówno tradycyjnych, jak i nowoczesnych metod diagnostycznych. W trakcie kursu uczestnicy poznają przykłady najnowszych innowacji w dziedzinie sztucznej inteligencji, które redefiniują przyszłość diagnostyki medycznej i mikrobiologicznej. Zostaną przedstawione ich potencjalne zastosowania, wpływ na: rozwój nowoczesnych metod analizy i interpretacji danych oraz kluczowe etapy procesu diagnostycznego, w których technologie cyfrowe mogą przynieść największe korzyści.	
B. Wymagania wstępne	
Wiedza na poziomie podstawowym o strukturze i funkcjach komórek prokariotycznych i eukariotycznych. Znajomość podstaw genetyki, w tym replikacji DNA, transkrypcji i translacji. Podstawowa znajomość języka angielskiego w celu czytania literatury naukowej i obsługi narzędzi cyfrowych.	
C. Efekty uczenia się	
Wiedza	
Zna i rozumie	Kod KEU
- Strukturę wirusów, cykle ich replikacji oraz mechanizmy infekcji. - Budowę i metabolizm komórek bakteryjnych oraz mechanizmy ich patogenezy, problem antybiotykooporności, interakcji bakterii z innymi mikroorganizmami i zasady terapii z wykorzystaniem bakteriofagów. - Biologię, ekologię oraz metody diagnostyczne grzybów patogennych w tym techniki molekularne. - Budowę pierwotniaków, cykle rozwojowe oraz interakcje z organizmem żywiciela oraz metody identyfikacji pasożytów.	04BC_1A_W01
Pojęcia rachunku prawdopodobieństwa, statystyki opisowej oraz zasady wnioskowania statystycznego stosowanych w analizie danych mikrobiologicznych.	04BC_1A_W06
Umiejętności	
Potrafi	Kod KEU
Projektować, implementować i testować metody analizy danych z zakresu mikrobiologii.	04BC_1A_U01
Korzystać z baz danych, integrować dane biologiczne z różnych źródeł.	04BC_1A_U02
Planować, projektować i przeprowadzać eksperymenty praktyczne, interpretować uzyskane wyniki oraz wyprowadzać wnioski dotyczące wybranych aspektów mikrobiologii.	04BC_1A_U04
Tworzyć opracowania pisemne dotyczące zagadnień związanych z planowaniem, projektowaniem i przeprowadzeniem eksperymentu z zakresu mikrobiologii.	04BC_1A_U06
Kompetencje społeczne	
Jest gotów do	Kod KEU
Przeprowadzania obiektywnej samooceny własnej pracy na podstawie samoceny projektu przygotowanego samodzielnie.	04BC_1A_K03
Przestrzegania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium.	04BC_1A_K04
Krytycznej dyskusji artykułów naukowych w zakresie poprawnej prezentacji danych dotyczących zagadnień przedstawionych na zajęciach.	04BC_1A_K06
D. Treści programowe	
Podczas wykładów osoby studiujące zostaną zapoznane z zagadnieniami z wirusologii, bakteriologii, mykologii i parazytologii. Studenci zapoznają się z podstawami struktury i cyklu replikacyjnego wirusów, metodami prewencji infekcji oraz zastosowaniem wirusów w terapii. W zakresie bakteriologii omówione będą mechanizmy patogenezy bakterii, antybiotykooporność oraz nowoczesne metody diagnostyczne, w tym MALDI-TOF. Zajęcia z mykologii skupią się na diagnostyce grzybów patogennych, w tym wykorzystaniu sztucznej inteligencji, natomiast w parazytologii omawiane będą pasożytnicze pierwotniaki, ich transmisja i metody identyfikacji. Program obejmuje tematy związane zagadnieniami takimi jak: Cyfryzacja w diagnostyce: Wprowadzenie do mikrobiologii cyfrowej, wyzwań technicznych i prawnych oraz zastosowań sztucznej inteligencji w diagnostyce. Cyfrowa analiza preparatów parazytologicznych i projektowanie testów genetycznych: Wykorzystanie narzędzi cyfrowych w analizie preparatów parazytologicznych oraz projektowaniu testów genetycznych wspierających diagnostykę. Analiza danych epidemiologicznych i metaanaliza: Zajęcia z przetwarzania danych epidemiologicznych oraz wykorzystania metaanaliz przy pomocy programu Statistica.	

Modelowanie wpływu antybiotyków na mikrobiotę: Badanie wpływu terapii antybiotykowej na mikrobiotę, z użyciem narzędzi diagnostycznych i sztucznej inteligencji.
Nowoczesne technologie w diagnostyce zakażeń grzybiczych: Analiza przypadków zakażeń grzybiczych, bioinformatyczna analiza DNA dermatofitów oraz wykorzystanie sztucznej inteligencji w identyfikacji grzybów.

II rok, 3 semestr

12a Wstęp do analizy danych/Pakiety Statystyczne

Nazwa przedmiotu:		Wstęp do analizy danych/Pakiety statystyczne	
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	2	3	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	3		
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Ćwiczenia audytoryjne, ćwiczenia laboratoryjne		13 + 26	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
W ramach przedmiotu studenci zostaną zapoznani z podstawowymi metodami eksploracyjnej analizy danych, podstawami estymacji, testowania hipotez oraz klasyfikacji.			
B. Wymagania wstępne			
Podstawowa wiedza z zakresu matematyki na poziomie szkoły średniej.			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
• Modele statystyczne i algorytmy ML w języku R stosowane w analizie danych biomedycznych.			04BC_1A_W02
• Zasady wnioskowania statystycznego zaimplementowane w języku R.			04BC_1A_W06
• Rozwiązania informatyczne oraz pakiety oprogramowania stosowane w analizie danych biologicznych i biomedycznych w języku R.			04BC_1A_W08
• Pojęcia matematyczne stosowane w algorytmach ML do nadzorowanej i nienadzorowanej klasyfikacji.			04BC_1A_W09
• Metody optymalizacyjne stosowane w rozwiązywaniu problemów obliczeniowych w algorytmach ML implementowanych w języku R.			04BC_1A_W10
• Infrastrukturę informatyczną związaną z zastosowaniem ML w biomedycynie zaimplementowaną w języku R.			04BC_1A_W13
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
• Projektować, implementować i testować metody eksploracji oraz analizy danych w języku R.			04BC_1A_U01
• Wykorzystywać RStudio do analizy danych naukowych i tworzenia raportów technicznych.			04BC_1A_U12
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU
• Stosowania zasad etyki związane z analizą danych biomedycznych.			04BC_1A_K02
• Aktualizowania wiedzy z zakresu nauk społecznych w wieloaspektowej analizie danych.			04BC_1A_K05
D. Treści programowe			
Podczas zajęć zaprezentowany zostanie materiał dotyczący technik statystyki odpornościowej oraz metod redukcji wymiaru wykorzystywanych w analizie eksploracyjnej danych. Omówione zostaną zarówno metody nadzorowane, jak i nienadzorowane, w tym algorytmy k-średnich oraz klastrowania hierarchicznego. Uczestnicy poznają także techniki LDA oraz lasów losowych.			
Podczas zajęć wypracowane będą umiejętności estymacji punktowej charakterystyk rozkładu oraz konstrukcji przedziałów ufności typu bootstrap. Uczestnicy nauczą się wykorzystywać techniki redukcji wymiaru do analizy eksploracyjnej danych. Zdobędą także umiejętność doboru odpowiedniej metody analizy skupień do problemu badawczego oraz zastosowania podstawowych metod oceny liczby klastrów w danych. Dodatkowo przećwiczą ocenę jakości modelu klasyfikacyjnego.			

12b Modelowanie w biologii i medycynie

Modelowanie w biologii i medycynie			
Nazwa przedmiotu:	Modelowanie w biologii i medycynie		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	2	3	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	3		
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Ćwiczenia audytoryjne, ćwiczenia laboratoryjne		13 + 26	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Celem wykładów i ćwiczeń jest poznanie przez studentów podstaw budowy modeli matematycznych oraz danych związanych z tymi modelami.			
B. Wymagania wstępne			
Umiejętność podstawowej obsługi komputera, znajomość podstaw języka R oraz podstaw statystyki opisowej.			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
• Zaawansowane modele statystyczne i matematyczne związane z genetyką i dynamiką populacyjną.			04BC_1A_W02
• Pojęcia rachunku prawdopodobieństwa związane z tworzeniem modeli teoretycznych i przybliżonych zjawisk biologicznych.			04BC_1A_W06
• Rozwiązania informatyczne oraz pakiety oprogramowania w aproksymacji wybranych cech modeli matematycznych zjawisk biologicznych.			04BC_1A_W08
• Matematyczne aspekty uczenia maszynowego umożliwiające dopasowanie modeli do rzeczywistych danych biomedycznych.			04BC_1A_W09
• Metody probabilistyczne i optymalizacyjne stosowane w rozwiązywaniu problemów obliczeniowych i statystycznych w biologii oraz biomedycynie cyfrowej.			04BC_1A_W10
• Narzędzia oraz infrastrukturę informatyczną związane z kontrolą jakości danych z eksperymentów biomedycznych.			04BC_1A_W13
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
• Projektować, implementować i testować metody prognozowania wybranych procesów w biologii i biomedycynie.			04BC_1A_U01
• Wykorzystywać narzędzia informatyczne do organizowania informacji, naukowych związanych z modelowaniem biomedycznym.			04BC_1A_U12
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU
• Stosowania zasad etyki pracy naukowej w zakresie reprodukowalności badań naukowych.			04BC_1A_K02
• Aktualizowania wiedzy z zakresu nauk społecznych w celu budowania modeli integrujących wiele źródeł danych.			04BC_1A_K05
D. Treści programowe			
Podczas zajęć zaprezentowany zostanie materiał dotyczący opisu podstawowych procesów biologicznych za pomocą równań matematycznych, takich jak proces urodzin, śmierci, migracji, kooperacji i konkurencji. Omówione zostanie pojęcie rekurencji oraz jej zastosowanie w modelowaniu matematycznym. Uczestnicy poznają podstawowe modele epidemiologiczne, w tym model SIR oraz zastosowanie łańcucha Markowa do opisu modelu Wrighta-Fishera. Przedstawiona zostanie także różnica między modelem teoretycznym a modelem opartym na danych oraz podstawowe metody dopasowania parametrów modelu. Dodatkowo omówione będzie pojęcie algorytmu genetycznego i jego zastosowanie w uczeniu maszynowym. Podczas zajęć wypracowane będą umiejętności opisu modeli matematycznych oraz ich implementacji w wybranym języku programowania. Uczestnicy nauczą się przygotowywać dane do estymacji parametrów modelu oraz implementować algorytmy genetyczne. Zdobędą także praktyczne doświadczenie w zastosowaniu tych algorytmów do wybranych aspektów uczenia maszynowego.			

Nazwa przedmiotu:				Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa II			
Kod przedmiotu:		Rok studiów:		Semestr:		Język:	
		2		3		polski	
Forma prowadzenia zajęć:		stacjonarna					
Punkty ECTS:		6					
Forma zaliczenia przedmiotu:		Egzamin					
Forma zajęć				Liczba godzin			
Wykłady, ćwiczenia laboratoryjne				26 + 26			
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu							
Celem wykładów i ćwiczeń jest zapoznanie studenta z zastosowaniem rachunku prawdopodobieństwa do opisu metod statystycznych i procesów losowych.							
B. Wymagania wstępne							
Umiejętność podstawowej obsługi komputera, znajomość podstaw języka R oraz podstaw statystyki opisowej.							
C. Efekty uczenia się							
Wiedza							
Zna i rozumie						Kod KEU	
• Zaawansowane modele statystyczne, matematyczne podstawy statystyki.						04BC_1A_W02	
• Pojęcia rachunku prawdopodobieństwa oraz zasady wnioskowania statystycznego stosowanych w analizie danych biomedycznych.						04BC_1A_W06	
• Matematyczne aspekty uczenia maszynowego i sztucznej inteligencji w zastosowaniu do modelowania procesów losowych.						04BC_1A_W09	
• Metody probabilistyczne rozwiązywania przybliżonego problemów szacowania parametrów w modelach statystycznych.						04BC_1A_W10	
Umiejętności							
Potrafi						Kod KEU	
• Implementować i testować metody aproksymacji stochastycznej.						04BC_1A_U01	
• Stosować narzędzia i pakiety oprogramowania do zaawansowanej analizy statystycznej.						04BC_1A_U09	
Kompetencje społeczne							
Jest gotów do						Kod KEU	
• Uzasadnienia roli nauk biologicznych w medycynie i badaniach środowiskowych w oparciu o uogólnienie badanych modeli statystycznych.						04BC_1A_K01	
• Przeprowadzania obiektywnej samooceny zaproponowanych metod statycznych do konkretnych zastosowań w naukach biomedycznych.						04BC_1A_K03	
• Krytycznej analizy źródeł danych.						04BC_1A_K06	
D. Treści programowe							
Podczas zajęć zaprezentowany zostanie materiał dotyczący procesów stochastycznych, ich definicji oraz kluczowych własności. Omówione zostaną podstawowe pojęcia łańcuchów Markowa, w tym przejścia między stanami, procesy ergodyczne, klasyfikacja stanów oraz twierdzenie o rozkładzie stacjonarnym. Szczególną uwagę poświęcimy Procesowi Wienera (Ruchowi Browna), jego ciągłości trajektorii, niezależnym przyrostom oraz zastosowaniom w modelowaniu zjawisk losowych, takich jak ruchy finansowe czy procesy dyfuzji w fizyce i biologii. Uczestnicy poznają także pojęcie przestrzeni statystycznej, która stanowi podstawę do formułowania problemów estymacji i testowania hipotez statystycznych. Omówione zostaną zagadnienia konstrukcji estymatorów, w tym estymatory zgodne, nieobciążone i efektywne, a także metody estymacji, takie jak największa wiarygodność (MLE) i metoda momentów. W zakresie testowania hipotez poruszone zostaną zagadnienia związane z hipotezami zerowymi i alternatywnymi, błędami I i II rodzaju, mocą testu oraz klasycznymi testami statystycznymi, takimi jak test t-Studenta, chi-kwadrat oraz testy dla rozkładów normalnych i nienormalnych. Zostaną przedstawione zastosowania powyższych metod w rzeczywistych analizach danych, takich jak analiza sekwencji biologicznych czy innych danych biomedycznych. Wypracowane zostaną umiejętności związane z modelowaniem procesów stochastycznych i analizą statystyczną. Uczestnicy nauczą się opisywać modele statystyczne, definiować procesy stochastyczne oraz symulować realizacje podstawowych procesów, takich jak czy proces Poissona. W zakresie analizy łańcuchów Markowa uczestnicy przećwiczą identyfikację ich własności, takich jak okresowość, niezmienniczość rozkładu, ergodyczność i stany pochłaniające. Nauczą się także szacować macierze przejścia							

i badać długoterminowe zachowanie procesów dyskretnych i ciągłych. Podczas zajęć zostaną omówione metody estymacji parametrów rozkładów, w tym estymacja metodą największej wiarygodności (MLE) oraz metodą momentów. Uczestnicy przeanalizują własności estymatorów, takie jak nieobciążoność, zgodność i efektywność, a także nauczą się sprawdzać ich jakość na podstawie symulacji komputerowych. Dodatkowo uczestnicy zdobędą umiejętność właściwego doboru testów statystycznych do różnych typów problemów badawczych. Przećwiczą testowanie hipotez statystycznych, w tym testy parametryczne i nieparametryczne, takie jak testy normalności (Shapiro-Wilka, Kolmogorowa-Smirnowa), testy istotności różnic (t-Studenta, U Manna-Whitneya) oraz testy dla danych zależnych i niezależnych. Uczestnicy nauczą się również interpretować wyniki testów statystycznych oraz oceniać poziom istotności i moc testów w zależności od analizowanego zbioru danych. Ćwiczenia obejmą implementację tych metod w wybranym języku programowania (np. Python, R), co pozwoli na praktyczne zastosowanie zdobytej wiedzy w analizie rzeczywistych danych.

14 Organizacja świata żywego: Procesy kształtujące bioróżnorodność

Nazwa przedmiotu:				Organizacja świata żywego: Procesy kształtujące bioróżnorodność			
Kod przedmiotu:		Rok studiów:		Semestr:		Język:	
		2		3		polski	
Forma prowadzenia zajęć:		stacjonarna					
Punkty ECTS:		6					
Forma zaliczenia przedmiotu:		Egzamin					
Forma zajęć				Liczba godzin			
Wykłady, ćwiczenia audytoryjne, ćwiczenia laboratoryjne				26 + (13 + 13)			
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu							
Celem zajęć jest zapoznanie studentów z różnorodnością oraz klasyfikacją świata żywego, jak również z procesami które tę różnorodność ukształtowały. W trakcie zajęć wyjaśnieniu i dyskusji poddane będą takie pojęcia jak ewolucja-nowoczesna synteza, dobór naturalny, specjacja, teoria neutralności. Omówione zostaną różne poziomy organizacji świata żywego, jak również zaprezentowany będzie skrótowy przekrój przez jego królestwa oraz podstawy taksonomii biologicznej.							
B. Wymagania wstępne							
Podstawowa wiedza biologiczna wyniesiona z liceum, podstawy wiedzy o bioróżnorodności i genetyce takie jak budowa i funkcje kwasów nukleinowych.							
C. Efekty uczenia się							
Wiedza							
Zna i rozumie						Kod KEU	
Definicję bioróżnorodności i różnorodności genetycznej, radiacji adaptacyjnej, doboru naturalnego, dryfu genetycznego i efektu wąskiego gardła, ewolucji, specjacji i teorii neutralności.						04BC_1A_W01	
Poziomy różnorodności biologicznej oraz poziomy organizacji świata żywego.						04BC_1A_W04	
Różne poziomy organizacji świata żywego oraz podstawy taksonomii biologicznej.						04BC_1A_W06	
Zastosowanie statystyki opisowej do analizy danych dotyczących bioróżnorodności i organizacji świata żywego.							
Umiejętności							
Potrafi						Kod KEU	
Analizować procesy kształtujące różnorodność genetyczną organizmów.						04BC_1A_U01	
Identyfikować główne grup organizmów żywych z wykorzystaniem dostępnych narzędzi.						04BC_1A_U02	
Korzystać z baz danych dotyczących bioróżnorodności.						04BC_1A_U04	
Zaplanować i przedyskutować eksperyment z zakresu badania bioróżnorodności.							
Kompetencje społeczne							
Jest gotów do						Kod KEU	
Propagowania wiedzy na temat zagrożeń dla różnorodności i złożoności świata żywego.						04BC_1A_K01	
Przeprowadzania obiektywnej samooceny własnej pracy na podstawie samoceny projektu przygotowanego samodzielnie.						04BC_1A_K03	
Przestrzegania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy.						04BC_1A_K04	

Krytycznej dyskusji artykułów naukowych w zakresie poprawnej prezentacji danych dotyczących zagadnień przedstawionych na zajęciach.	04BC_1A_K06
D. Treści programowe	
Na zajęciach student pozna definicję pojęcia bioróżnorodności i różnorodności genetycznej, radiacji adaptacyjnej, dobór naturalny, dryf genetyczny, efekt wąskiego gardła; poziomy różnorodności, opisuje poziomy organizacji świata żywego. Student nabeździe umiejętności pozwalające jej analizować procesy kształtujące różnorodność genetyczną organizmów; identyfikować główne grupy organizmów żywych z wykorzystaniem dostępnych narzędzi, korzystać z baz danych dotyczących bioróżnorodności. Ponadto będzie gotowa do propagowania wiedzy nt. zagrożeń dla różnorodności i złożoności świata żywego.	

15 Organizacja świata żywego: Biologia molekularna

Organizacja świata żywego: Biologia molekularna			
Nazwa przedmiotu:	Organizacja świata żywego: Biologia molekularna		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	2	3	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	3		
Forma zaliczenia przedmiotu:	Egzamin		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Wykłady		26	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Wykład ma na celu wprowadzenie studenta w podstawowe zagadnienia z dziedziny biologii molekularnej u Prokaryota i Eukaryota, tj. przedstawienie struktury i funkcji podstawowych makrocząsteczek, takich jak DNA, RNA, białek i ich roli w procesach komórkowych ze szczególnym uwzględnieniem procesu ekspresji genów.			
B. Wymagania wstępne			
Podstawowa wiedza z biochemii i biologii komórki.			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
- Strategie replikacji genomów bakteryjnych. - Systemy regulacji globalnej ekspresji genów na poziomie populacji bakterii. - Zjawisko rekombinacji w świecie drobnoustrojów: rekombinacja ogólna, miejscowo-specyficzna i nieuprawniona. - Mechanizmy naprawy uszkodzeń DNA u bakterii. - Struktura genów u eukariotów. - Proces mutagenezy.			04BC_1A_W01
- Mechanizm transkrypcji bakteryjnego DNA i regulacja ekspresji genów na poziomie transkrypcyjnym i posttranskrypcyjnym. - Rodzaje RNA i ich rola w ekspresji genów eukariotycznych. - Mechanizmy transkrypcji i translacji genów u eukariotów. - Rodzaje i mechanizmy rekombinacji genetycznej.			04BC_1A_W03
- Praktyczne techniki biologii molekularnej: klonowanie molekularne, PCR, techniki genomiczne, transkryptomiczne i proteomiczne, oraz ich zastosowanie w biologii i biomedycynie. - Zastosowanie bakteriofagów w genetyce bakterii.			04BC_1A_W05
Zastosowanie odpowiednich statystyk opisowych do analizy danych uzyskanych metodami biologii molekularnej.			04BC_1A_W06
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
Korzystać z danych dostępnych w otwartym dostępie, aby móc przeprowadzać analizy dotyczące biologii molekularnej Prokaryota i Eucaryota			04BC_1A_U01
Korzystać z dostępnych baz zawierających dane dotyczące analiz z zakresu biologii molekularnej.			04BC_1A_U02
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU

Krytycznej dyskusji artykułów naukowych w zakresie poprawnej prezentacji danych dotyczących zagadnień przedstawionych na zajęciach.	04BC_1A_K06
D. Treści programowe	
Na zajęciach zostaną przedstawione następujące zagadnienia: zarys historii genetyki i biologii molekularnej drobnoustrojów; struktura i funkcja DNA: topologia kolistego DNA, rola superskręcenia DNA w funkcjonowaniu genomu bakteryjnego, organizacja chromosomu bakteryjnego, warunki powstawania i funkcja niezwykłych struktur DNA (Z-DNA, H-DNA, struktury krzyżowe, ślizgowe), strategie replikacji genomów bakteryjnych; mechanizm transkrypcji bakteryjnego DNA, regulacja ekspresji genów u bakterii na poziomie transkrypcyjnym i potranskrypcyjnym; systemy regulacji globalnej, wspólna regulacja ekspresji genów na poziomie populacji bakterii; zjawisko rekombinacji w świecie drobnoustrojów - rekombinacja ogólna, miejscowo-specyficzna i nieuprawniona; mechanizmy naprawy uszkodzeń DNA u bakterii; zastosowanie bakteriofagów w genetyce bakterii; struktura genów u Eukaryota; rodzaje RNA i ich rola w ekspresji genów eukariotycznych; mechanizmy transkrypcji i translacji genów u Eukaryota; rodzaje i mechanizmy rekombinacji genetycznej; mutagenеза; praktyczne techniki biologii molekularnej i ich zastosowanie w biologii: klonowanie molekularne, PCR, techniki genomiczne, transkryptomyczne i proteomiczne.	

16 Metody analityczne

Nazwa przedmiotu:				Metody analityczne	
Kod przedmiotu:		Rok studiów:	Semestr:	Język:	
		2	3	polski	
Forma prowadzenia zajęć:		stacjonarna			
Punkty ECTS:		3			
Forma zaliczenia przedmiotu:		Zaliczenie			
Forma zajęć			Liczba godzin		
Ćwiczenia audytoryjne, ćwiczenia laboratoryjne			13 + 26		
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu					
Praktyczne wykorzystanie procesów fizycznych do analizy materiału biologicznego.					
B. Wymagania wstępne					
Znajomość fizyki i chemii w zakresie szkoły średniej, znajomość zagadnień z zakresu podstaw biofizyki i biochemii, podstaw metod analitycznych.					
C. Efekty uczenia się					
Wiedza					
Zna i rozumie				Kod KEU	
• Zjawiska fizyczne leżące u podstaw stosowanych metod analitycznych.				04BC_1A_W01	
• Metody statystyczne adekwatne do analizowanych danych doświadczalnych.				04BC_1A_W06	
Umiejętności					
Potrafi				Kod KEU	
• Zaplanować eksperyment z wykorzystaniem poznanych na zajęciach technik.				04BC_1A_U04	
• Wyciągnąć wnioski z przeprowadzonego eksperymentu i opracować wyniki doświadczenia.					
Kompetencje społeczne					
Jest gotów do				Kod KEU	
• Przeprowadzania obiektywnej samooceny swojej pracy.				04BC_1A_K03	
• Przestrzegania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy.				04BC_1A_K04	
• Krytycznej analizy uzyskanych przez siebie danych eksperymentalnych.				04BC_1A_K06	
D. Treści programowe					
Podczas zajęć osoby studiujące zapoznają się z zasadami pomiaru aktywności enzymatycznej za pomocą wybranych metod; poznają procesy fizyczne leżące u podłoża technik chromatograficznych; oraz zdobędą wiedzę pozwalającą na zaplanowanie skutecznego rozdzielu cząsteczek biologicznych w polu elektrycznym. Osoby studiujące nauczą się planować oznaczenie aktywności wybranego enzymu w materiale biologicznym; przeprowadzić analizę chromatogramu; przeprowadzić elektroforezę DNA; przeprowadzić elektroforezę białek; analizować cyfrowo obraz rozdzielu elektroforetycznego.					

Osoby studiujące będą szczególnie zwracały uwagę na kwestie bezpieczeństwa pracy w laboratorium biologicznym, a także wyćwiczą procedury kontroli jakości pomiarowych urządzeń laboratoryjnych oraz zrozumieją potrzebę ciągłego samodoskonalenia się.

17 Podstawy immunologii

Nazwa przedmiotu:	Podstawy immunologii		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	2	3	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	3		
Forma zaliczenia przedmiotu:	Egzamin		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Wykłady, ćwiczenia audytoryjne		13 +26	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Podczas zajęć zostanie przedstawiona charakterystyka ogólna układu odpornościowego. Podstawowe pojęcia immunologiczne. Antygeny. Podział mechanizmów odpornościowych. Odpowiedź odpornościowa wrodzona i nabyta/humoralna i komórkowa. Podstawy immunoprofilaktyki. Reakcje nadwrażliwości. Na wybranych przykładach: Zastosowanie narzędzi bioinformatycznych do analizy i predykcji epitopów immunogennych białek – zajęcia praktyczne z przykładami w nauce i medycynie; analiza danych pochodzących z badań naukowych z dziedziny immunologii, z zastosowaniem narzędzi komputerowych.			
B. Wymagania wstępne			
Wiedza podstawowa na temat organizacji i funkcjonowania układu odpornościowego.			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
- Budowę i funkcjonowanie układu odpornościowego. - Pojęcie antygeny i ich rolę w aktywacji odpowiedzi immunologicznej. - Definicję mechanizmów odpornościowych i ich podział na odporność wrodzoną i nabytą, a także odpowiedź humoralną i komórkową. - Pojęcie immunoprofilaktyki i jego znaczenie dla kształtowania odporności. - Definicję reakcji nadwrażliwości.			04BC_1A_W01
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
- Przeprowadzić analizę sekwencji immunoglobulin i receptorów komórek T z użyciem algorytmu BLAST do analizy sekwencji. - Przeprowadzić typowanie epitopów –z użyciem narzędzi online (np. IEDB).			04BC_1A_U02
- Porównać metody analizy immunogenności i alergienności polipeptydów. - Przeprowadzić typowanie antygenów szczepionkowych w oparciu o analizę metod rozwiązywania problemów związanych z nowo pojawiającymi się patogenami i wirusami o wysokiej zmienności.			04BC_1A_U04
Przygotować raport dotyczący rozwiązania problemu immunologicznego postawionego przez prowadzącego.			04BC_1A_U06
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU
Przeprowadzenia obiektywnej samooceny własnej pracy.			04BC_1A_K03
Przestrzegania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy.			04BC_1A_K04
Krytycznego podejścia do analizy danych na przykładzie danych objętych tematyką zajęć.			04BC_1A_K06
D. Treści programowe			
Na zajęciach przedstawione zostaną następujące zagadnienia: podstawowe pojęcia immunologiczne; narządy i komórki zaliczane do układu odpornościowego; antygeny; podział mechanizmów odpornościowych; odpowiedź odpornościowa wrodzona i nabyta / humoralna i komórkowa; podstawy immunoprofilaktyki; reakcje nadwrażliwości.			
Studenci odbędą zajęcia z analizy sekwencji immunoglobulin jak i receptorów komórek T przy użyciu algorytmu BLAST. Przeprowadzona będzie ścieżka analizy typowania epitopów liniowych lub konformacyjnych			

limfocytów T, wiązania MHC I, MHC II lub komórek B, z wykorzystaniem różnych narzędzi online jak np. IEDB. Porównane zostaną wyniki uzyskane różnymi metodami analizy immunogenności i alergenicności polipeptydów. Podczas zajęć studenci będą w stanie wymienić mocne strony jak i ograniczenia analiz *in silico* przy typowaniu immunogennych epitopów. Przedstawione zostaną racjonalne rozwiązania problemów analiz typowania antygenów szczepionkowych na nowo pojawiające się patogeny i wirusy superzmiennie. W pracy własnej studenci będą przygotowywali raporty z rozwiązania postawionego przez prowadzącego problemu. Zajęcia będą również obejmowały sposób analizy wyników badań z podstaw immunologii na przykład takich jak: ilościowe oznaczanie biomolekuł (multiplex) z wpasowywaniem asymetrycznych modeli; analizy densytometryczne w western blotingu; analiza danych z immunofenotypowania.

18 Podstawy baz danych

Nazwa przedmiotu:		Podstawy baz danych	
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	2	3	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	6		
Forma zaliczenia przedmiotu:	Egzamin		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Wykłady, ćwiczenia laboratoryjne		26 +26	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Celem przedmiotu jest zaznajomienie studenta z teoretycznymi i praktycznymi podstawami baz danych. Główna część przedmiotu jest poświęcona relacyjnym systemom zarządzania bazami danych, które dominują na rynku oprogramowania. W ramach zajęć laboratoryjnych studenci uzyskują praktyczną wiedzę i umiejętności projektowania schematów relacyjnych baz danych. W drugiej części zajęć laboratoryjnych studenci zapoznają się z językiem SQL Oracle, używając go do tworzenia i modyfikowania elementów relacyjnej bazy danych. Tworzą i wykorzystują rozmaite kwerendy, które umożliwiają wyszukiwanie i odpowiednie przetwarzanie danych przechowywanych w bazach danych (Oracle) wykorzystując przy tym bardziej zaawansowane możliwości tego języka (np. kwerendy zagnieżdżone, widoki).			
B. Wymagania wstępne			
Podstawy obsługi komputera. Podstawy logiki matematycznej i rachunku zbiorów.			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
• Struktury danych wykorzystywanych w analizie danych biomedycznych.			04BC_1A_W07
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
• Pozyskiwać, przetwarzać, integrować dane w oparciu o język SQL.			04BC_1A_U02
• Projektować oraz wdrażać systemy bazodanowe do rozwiązywania konkretnych problemów badawczych.			04BC_1A_U10
• Opracowywać dokumentację techniczną projektów bazodanowych.			04BC_1A_U14
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU
• Stosowania zasad etyki zawodowej w zakresie dokumentacji narzędzia.			04BC_1A_K02
• Przestrzegania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratoriach i środowisku pracy.			04BC_1A_K04
• Weryfikowania informacji o rozwiązaniach bazodanowych.			04BC_1A_K06
• Przestrzegania zasad etyki związanej z zastosowaniem baz danych.			04BC_1A_K07
D. Treści programowe			
Po zakończeniu kursu student: zna podstawowe informacje dotyczące teorii baz danych; Zna podstawy modelu relacyjnego baz danych; Tworzy schematy relacyjnych baz danych oraz potrafi projektować i analizować diagramy ERD bazy danych; Używa języka SQL jako narzędzia do implementacji relacyjnej bazy danych; Zna wybrane obiekty relacyjnych baz danych Oracle (tabele, widoki, ograniczenia, indeksy, sekwencje) i potrafi je tworzyć przy wykorzystaniu dialektu języka SQL firmy Oracle; Stosuje dialekt języka SQL firmy Oracle jako narzędzia do wyszukiwania i modyfikowania danych przechowywanych w bazach danych (Oracle), Dostrzega przynajmniej niektóre z szerszych możliwości wykorzystania języka SQL do przetwarzania danych			

przechowywanych w aplikacjach Oracle; Potrafi weryfikować otrzymane informacje; Potrafi pracować nad zadaniem projektem, określa potrzeby służące jego realizacji; W swoim postępowaniu przestrzega norm etycznych.

II rok, 4 semestr

19 Ekologia molekularna: ocena różnorodności od poziomu genu do ekosystemu

Ekologia molekularna: ocena różnorodności od poziomu genu do ekosystemu			
Nazwa przedmiotu:	Ekologia molekularna: ocena różnorodności od poziomu genu do ekosystemu		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	2	4	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	4		
Forma zaliczenia przedmiotu:	Egzamin		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Wykłady, ćwiczenia audytoryjne, ćwiczenia laboratoryjne		26 + 13 + 13	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Celem zajęć jest zapoznanie studentów z różnorodnością oraz klasyfikacją świata żywego jak również z procesami które tę różnorodność ukształtowały. W trakcie zajęć wyjaśnieniu i dyskusji poddane będą takie pojęcia jak ewolucja-nowoczesna synteza, dobór naturalny, specjacja, teoria neutralności. Omówione zostaną różne poziomy organizacji świata żywego, jak również zaprezentowany będzie skrótowy przekrój przez jego królestwa oraz podstawy taksonomii biologicznej.			
B. Wymagania wstępne			
Podstawowa wiedza biologiczna wyniesiona z liceum, podstawy wiedzy o bioróżnorodności i genetyce takie jak budowa i funkcje kwasów nukleinowych			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
• Pojęcie bioróżnorodności i procesy molekularne ją kształtujące różnorodność świata ożywionego.			04BC_1A_W01
• Metody statystyczne pozwalające na analizę danych doświadczalnych uzyskiwanych w badaniach nad bioróżnorodnością.			04BC_1A_W06
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
• Posługiwać się bazami integrującymi dane dotyczące bioróżnorodności.			04BC_1A_U01
• Pozyskiwać dane z baz i korzystać z nich w pracy naukowej.			04BC_1A_U02
• Planować eksperyment z zakresu badań nad bioróżnorodnością.			04BC_1A_U04
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU
• Propagowania wiedzy nt. zagrożeń dla różnorodności i złożoności świata żywego.			04BC_1A_K01
D. Treści programowe			
Przedstawione zostaną następujące treści: definicja pojęcia bioróżnorodności i różnorodności genetycznej, radiacji adaptacyjnej, dobór naturalny, dryf genetyczny, efekt wąskiego gardła. student zdobędzie wiedzę pozwalającą jej wyróżnić i charakteryzować poziomy różnorodności oraz opisać poziomy organizacji świata żywego. Podczas zajęć student analizuje procesy kształtujące różnorodność genetyczną organizmów, identyfikuje główne grupy organizmów żywych z wykorzystaniem dostępnych narzędzi, korzysta z baz danych dotyczących bioróżnorodności, propaguje wiedzę nt. zagrożeń dla różnorodności i złożoności świata żywego			

20 Biobankowanie i badania populacyjne

Nazwa przedmiotu:	Biobankowanie i badania populacyjne		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	2	4	polski

Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna	
Punkty ECTS:	2	
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie	
Forma zajęć		Liczba godzin
Wykłady, ćwiczenia audytoryjne		13 + 13
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu		
Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zasadami funkcjonowania biobanków oraz ich rolą w badaniach populacyjnych i medycynie spersonalizowanej, zrozumienie zasad projektowania badań populacyjnych oraz zarządzania danymi biobankowymi i próbkami biologicznymi, omówienie technologii wykorzystywanych w badaniach populacyjnych, takich jak genotypowanie, sekwencjonowanie i analizy epigenetyczne, przedstawienie etycznych, prawnych i społecznych aspektów biobankowania, poznanie procedur związanych ze świadomą zgodą, zgodą otwartą i przygotowaniem wniosków do komisji bioetycznej.		
B. Wymagania wstępne		
Student powinien posiadać podstawową znajomość terminologii naukowej z zakresu biologii, biologii molekularnej i genetyki; wykazywać podstawową umiejętność korzystania z podstawowych technologii informacyjnych.		
C. Efekty uczenia się		
Wiedza		
Zna i rozumie	Kod KEU	
• Pojęcia rachunku prawdopodobieństwa stosowane w badaniach populacyjnych.	04BC_1A_W06	
• Uwarunkowania prawne, etyczne związane z biobankowaniem.	04BC_1A_W12	
• Infrastrukturę informatyczną związaną z zastosowaniem AI w badaniach populacyjnych.	04BC_1A_W13	
• Zasady i metody biobankowania materiału biologicznego i biobankowania cyfrowego, oraz technologie cyfrowe z nimi związane.	04BC_1A_W14	
Umiejętności		
Potrafi	Kod KEU	
• Pozyskiwać, przetwarzać, integrować dane podlegające biobankowaniu cyfrowemu.	04BC_1A_U02	
• Zdobywać, klasyfikować i przetwarzać informacje naukowe zgodnie z zasadami zarządzania danymi w biobankach.	04BC_1A_U03	
• Planować, projektować badania populacyjne.	04BC_1A_U04	
• Tworzyć opracowania pisemne dotyczące zagadnień związanych z planowaniem, projektowaniem procesu biobankowania.	04BC_1A_U06	
• Przygotowywać opracowania pisemne i ustne związane z biobankowaniem.	04BC_1A_U07	
Kompetencje społeczne		
Jest gotów do	Kod KEU	
• Uzasadnienia roli nauk biologicznych w medycynie i badaniach populacyjnych.	04BC_1A_K01	
D. Treści programowe		
Podczas zajęć zaprezentowany zostanie materiał dotyczący podstawowych pojęć i technologii związanych z biobankowaniem. Omówiona zostanie rola biobanków w badaniach naukowych i ochronie zdrowia oraz etapy procesu biobankowania, od pobrania próbki aż do jej użycia. Przedstawione zostaną metody zarządzania próbkami biologicznymi przy użyciu systemów BBMS oraz zasady etyczne i prawne dotyczące ich przechowywania i wykorzystania. Uczestnicy poznają proces budowania eksperymentów i doboru kohorty badawczej, a także podstawowe pojęcia związane z genotypowaniem, sekwencjonowaniem i ontologiami danych biobankowych.		
Podczas zajęć uczestnicy nauczą się projektowania badań populacyjnych z wykorzystaniem zasobów biobanku. Zdobędą praktyczne umiejętności analizy danych biobankowych, uwzględniając technologie cyfrowe „omics”. Przećwiczą również przygotowanie wniosku do komisji bioetycznej, zwracając uwagę na wymagania formalne i etyczne. Dodatkowo nauczą się pozyskiwać i wykorzystywać informacje naukowe z zakresu biobankowania i badań populacyjnych, przestrzegając zasad ochrony praw autorskich oraz regulacji dotyczących dostępu do danych biomedycznych.		

Nazwa przedmiotu:	Programowanie niskopoziomowe		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	2	4	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	3		
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
ćwiczenia laboratoryjne		26	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Celem przedmiotu jest poznanie przez studentów niskopoziomowych technik programowania oraz zrozumienie podstaw działania komputera z wykorzystaniem niskopoziomowego języka C.			
B. Wymagania wstępne			
Umiejętność podstawowej obsługi komputera, znajomość dowolnego języka programowania, znajomość matematyki na poziomie szkoły średniej.			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie		Kod KEU	
• Algorytmy informatyczne stosowane do analizy danych biologicznych i biomedycznych.		04BC_1A_W02	
• Pojęcia statystyki stosowanych w analizie danych biomedycznych i ich niskopoziomowe implementacje.		04BC_1A_W06	
• Struktury danych wykorzystywanych w analizie danych biomedycznych w języku C.		04BC_1A_W07	
• Rozwiązania informatyczne oraz pakiety oprogramowania stosowane w eksploracji danych oraz wizualizacji.		04BC_1A_W08	
• Metody probabilistyczne stosowane w metodach przybliżonych i ich niskopoziomowe implementacje.		04BC_1A_W10	
Umiejętności			
Potrafi		Kod KEU	
• Implementować i testować metody prognozowania wybranych procesów w biologii i biomedycynie w języku C.		04BC_1A_U01	
• Wykorzystywać wnioskowanie probabilistyczne w języku C.		04BC_1A_U08	
• Wykorzystywać język C do analizy danych naukowych, tworzenia oprogramowania oraz sporządzania raportów technicznych.		04BC_1A_U12	
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do		Kod KEU	
• Stosowania zasad etyki zawodowej tworzenia narzędzi informatycznych.		04BC_1A_K02	
• Przestrzegania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratoriach i środowisku pracy.		04BC_1A_K04	
• Krytycznego podejścia do istniejących implementacji z zakresu low-code.		04BC_1A_K06	
• Przestrzegania zasad etyki związanej z algorytmami ML w naukach biomedycznych.		04BC_1A_K07	
D. Treści programowe			
Podczas zajęć zaprezentowany zostanie materiał dotyczący składni języka C oraz podstawowych typów danych wbudowanych w ten język. Omówiona zostanie różnica między technikami programowania wysokopoziomowego i niskopoziomowego oraz kluczowe koncepcje, takie jak wskaźniki i referencje, wraz z ich zastosowaniami. Uczestnicy poznają różnice między wskaźnikiem a zmienną oraz sposoby implementacji struktur programistycznych, takich jak listy, stopy i drzewa binarne. Przedstawione zostaną również makra w języku C oraz ich zastosowania. Dodatkowo omówione zostaną metody budowania algorytmów sztucznej inteligencji (AI) w języku C.			
Podczas zajęć uczestnicy zdobędą praktyczne umiejętności programowania w języku C. Nauczą się definiować zmienne, dobierając odpowiednie typy danych do operowanych wartości oraz poprawnie alokować pamięć dla różnych struktur danych. Przećwiczą stosowanie wskaźników i referencji, rozumiejąc ich rolę w zarządzaniu pamięcią i optymalizacji kodu. Uczestnicy zaimplementują podstawowe struktury programistyczne, takie jak			

listy, stosy i drzewa binarne, oraz nauczą się wykorzystywać je w zależności od wymagań zadania. W ramach zajęć uczestnicy będą także projektować i implementować algorytmy sztucznej inteligencji (AI) w języku C. Poznają metody trenowania tych algorytmów, optymalizacji ich działania oraz analizy wyników.

21b Modele liniowe

Nazwa przedmiotu:	Modele liniowe		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	2	4	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	3		
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
ćwiczenia laboratoryjne		26	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Student poznaje zagadnienia regresji liniowej i uogólnionych modeli liniowych i ich zastosowanie w modelowaniu danych biologicznych i biomedycznych.			
B. Wymagania wstępne			
Znajomość biologii, matematyki i informatyki zgodnie z podstawą programową kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego, technikum oraz branżowej szkoły II stopnia, zakres podstawowy. Umiejętności zdobyte w trakcie zajęć: Statystyka opisowa/Pakiety statystyczne			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie		Kod KEU	
Zaawansowane modele liniowe do analizy danych biologicznych i biomedycznych.		04BC_1A_W02	
Pojęcia rachunku prawdopodobieństwa i analizy Bayesowskiej.		04BC_1A_W06	
Implementacje modeli liniowych w języku R.		04BC_1A_W07	
Pakiety oprogramowania stosowane do analizy uogólnionych modeli liniowych.		04BC_1A_W08	
Metody probabilistyczne stosowane do analizy modeli liniowych.		04BC_1A_W10	
Umiejętności			
Potrafi		Kod KEU	
Projektować, implementować i testować metody analizy modeli liniowych.		04BC_1A_U01	
Wykorzystywać wnioskowanie statystyczne do analizy modeli liniowych.		04BC_1A_U08	
Wykorzystywać pakiety oprogramowania do analizy danych naukowych z użyciem modelowania liniowego		04BC_1A_U12	
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do		Kod KEU	
Stosowania zasad etyki analizy danych.		04BC_1A_K02	
Przestrzegania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratoriach i środowisku pracy.		04BC_1A_K04	
Krytycznego podejścia do dopasowanych modeli i ich przeuczenia.		04BC_1A_K06	
Przestrzegania zasad etyki związanej z zastosowaniem sztucznej inteligencji w naukach biologicznych.		04BC_1A_K07	
D. Treści programowe			
Zaprezentowany zostanie materiał dotyczący podstawowych zasad kontroli jakości danych oraz ich znaczenia w analizie statystycznej. Omówione zostaną kluczowe zagadnienia związane z modelem regresji liniowej, w tym jego założenia oraz zakres stosowalności w przypadku wielu zmiennych niezależnych. Uczestnicy poznają również uogólnione modele liniowe oraz ich zastosowanie w analizie danych. Dodatkowo przedstawiona zostanie koncepcja modeli Bayesowskich. Uczestnicy zdobędą umiejętności przygotowania danych do modelowania z użyciem uogólnionych modeli liniowych oraz regresji liniowej. Nauczą się przeprowadzać kontrolę jakości danych przed dopasowaniem modelu, identyfikując i eliminując błędy, brakujące wartości oraz potencjalne odstające obserwacje.			

Uczestnicy przećwiczą dobór odpowiedniego modelu do problemu badawczego, uwzględniając specyfikę danych oraz założenia modeli statystycznych. Będą również implementować i dopasowywać podstawowe modele liniowe oraz uogólnione modele liniowe, analizując ich parametry oraz interpretując wyniki. Dodatkowo uczestnicy poznają metody definiowania i dopasowywania modeli Bayesowskich, co pozwoli im na praktyczne wykorzystanie podejścia Bayesowskiego w analizie danych.

22a Wstęp do uczenia maszynowego

Nazwa przedmiotu:	Wstęp do uczenia maszynowego		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	2	4	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	3		
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Ćwiczenia audytoryjne, ćwiczenia laboratoryjne		13 + 26	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Zadaniem uczenia maszynowego jest projektowanie i budowa automatycznych systemów potrafiących pozyskiwać i analizować informacje o danych ich przeznaczenia. Na zajęciach omówione zostaną podstawowe techniki automatycznego pozyskiwania informacji z danych ich przeznaczenia. W trakcie zajęć mówione zostaną różnorodne podejścia wraz ze wskazaniem ich rozwiązań w takich językach programowania jak Python. Celem przedmiotu jest wprowadzenie do samodzielnego rozwiązywania praktycznych problemów z wykorzystaniem technik uczenia i tworzenia inteligentnych systemów informatycznych.			
B. Wymagania wstępne			
Podstawowa wiedza z informatyki na poziomie szkoły średniej.			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
• Zaawansowane modele matematyczne w tym sieci neuronowe.			04BC_1A_W02
• Techniki informatyczne wykorzystywane do budowania sieci neuronowych.			04BC_1A_W07
• Rozwiązania informatyczne oraz pakiety oprogramowania stosowane w analizie danych z użyciem sieci neuronowych.			04BC_1A_W08
• Metody interpretacji złożonych zjawisk na podstawie danych cyfrowych.			04BC_1A_W09
• Matematyczne i algorytmiczne aspekty uczenia maszynowego.			04BC_1A_W10
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
• Projektować, implementować i testować sieci neuronowe.			04BC_1A_U01
• Pozyskiwać, przetwarzać, integrować oraz analizować dane biologiczne i biomedyczne z użyciem sieci neuronowych.			04BC_1A_U02
• Zdobywać, klasyfikować i przetwarzać informacje naukowe w celu budowy algorytmów ML.			04BC_1A_U03
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU
• Krytycznego podejścia do otrzymywanych aproksymacji z użyciem sieci neuronowych.			04BC_1A_K06
D. Treści programowe			
Analiza budowy i działania biologicznych sieci neuronowych oraz sztucznych sieci neuronowych. Analiza metody trenowania i uczenia z użyciem podstawowych algorytmów uczenia. Implementacja i testowanie algorytmów uczenia maszynowego. Projektowanie systemów uczących się. Analiza działania systemów uczących się i wykorzystanie ich działania w uczeniu wielowarstwowych sieci neuronowych.			

22b Bioinformatyka

Nazwa przedmiotu:	Bioinformatyka		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	2	4	polski

Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna
Punkty ECTS:	3
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie
Forma zajęć	Liczba godzin
Ćwiczenia audytoryjne, ćwiczenia laboratoryjne	13 + 26
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu	
Student poznaje zaawansowane metody bioinformatyczne i dane związane z eksperymentami epigenetycznymi oraz transkryptomicznymi.	
B. Wymagania wstępne	
Znajomość biologii, matematyki i informatyki zgodnie z podstawą programową kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego, technikum oraz branżowej szkoły II stopnia, zakres podstawowy. Umiejętności zdobyte w trakcie zajęć: podstawy programowania oraz wstęp do bioinformatyki	
C. Efekty uczenia się	
Wiedza	
Zna i rozumie	Kod KEU
• Zaawansowane algorytmy informatyczne stosowane do analizy danych z eksperymentów omicznych.	04BC_1A_W02
• Techniki informatyczne wykorzystywane w bioinformatyce.	04BC_1A_W07
• Rozwiązania informatyczne oraz pakiety oprogramowania stosowane w bioinformatyce.	04BC_1A_W08
• Metody analizy złożonych zjawisk przyrodniczych z użyciem ML i interpretacje tych zjawisk w oparciu o wyniki eksperymentów omicznych.	04BC_1A_W09
• Probabilistyczne i algorytmiczne aspekty uczenia maszynowego stosowane w analizie danych omicznych.	04BC_1A_W10
Umiejętności	
Potrafi	Kod KEU
• Implementować modyfikacje algorytmów bioinformatycznych.	04BC_1A_U01
• Integrować dane z różnych eksperymentów omicznych.	04BC_1A_U02
• Przetwarzać informacje naukowe w dużych repozytoriach danych biologicznych.	04BC_1A_U03
Kompetencje społeczne	
Jest gotów do	Kod KEU
• Rekomendowania metod weryfikacji wyników analiz danych omicznych.	04BC_1A_K06
D. Treści programowe	
Zaprezentowany zostanie materiał dotyczący podstawowych metod analizy danych z eksperymentów epigenetycznych, takich jak macierze metylacyjne i methyl-seq. Omówione zostaną zasady kontroli jakości danych epigenetycznych oraz metody i modele statystyczne wykorzystywane w analizie danych NGS. Uczestnicy poznają techniki składania genomów de novo oraz metody oceny jakości złożeń. Przedstawione zostaną także algorytmy stosowane w analizie bioinformatycznej Single Cell RNA-seq, metody analizy danych ATAC-seq oraz podstawy analizy danych TCR-seq i BCR-seq. Uczestnicy nauczą się przygotowywać dane do analizy z różnych eksperymentów biologicznych, w tym epigenetycznych, single-cell, ATAC-seq oraz TCR- i BCR-seq. Przećwiczą kontrolę jakości i filtrowanie danych, eliminując błędy oraz poprawiając jakość wyników. W zakresie analizy danych single-cell RNA-seq uczestnicy wykonają odpowiednie analizy statystyczne, redukcję wymiaru, klastrowanie oraz wizualizacje wyników, co umożliwi identyfikację populacji komórkowych i ich charakterystyk. Opanują także podstawowe techniki analizy danych epigenetycznych, w tym identyfikację różnicowo metylowanych regionów (DMR). Uczestnicy nauczą się stosować algorytmy statystyczne i metody uczenia maszynowego do analizy danych ATAC-seq, umożliwiając identyfikację dostępnych regionów chromatyny i czynników transkrypcyjnych. Przeprowadzą również analizy ilościowe danych TCR- i BCR-seq oraz porównawcze analizy cech peptydów uzyskanych w tych eksperymentach, co pozwoli na ocenę różnorodności repertuaru immunologicznego i jego potencjalnych zastosowań w badaniach biomedycznych.	

23 Immunobiologia eksperymentalna

Nazwa przedmiotu:	Immunobiologia eksperymentalna		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	2	4	polski

Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	6		
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Wykłady, ćwiczenia laboratoryjne		13 + 26	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Przedstawienie praktycznego aspektu wykorzystania narzędzi i technik immunologicznych i immunochemicznych w naukach przyrodniczych.			
B. Wymagania wstępne			
Znajomość zagadnień z podstaw biologii komórki i podstaw immunologii.			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
Zasady selektywnego rozpoznawania antygeny przez przeciwciała – mechanizmy wiązania przeciwciał z antygenem.			04BC_1A_W01
Zasady wybranych metod immunochemicznych – w tym: Western blot – technika analizy białek; test ELISA, immunofenotypowanie – identyfikacja komórek na podstawie markerów powierzchniowych.			04BC_1A_W05
Statystyki opisowe adekwatne do stosowanych metod badawczych.			04BC_1A_W06
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
Zaplanować eksperyment z wykorzystaniem cytometrii przepływowej, wybrać przeciwciała/barwniki adekwatne do danego zadania badawczego.			04BC_1A_U02
Zdobycie wiedzy na temat stosowanych w eksperymentach przeciwciał na podstawie przeglądu literatury i baz danych.			04BC_1A_U03
- Przeprowadzić analizę antygeny techniką Western blot - Przeprowadzić analizę cyfrową wyników eksperymentów cytometrycznych.			04BC_1A_U04
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU
Stosowania zasad etyki zawodowej i etyki naukowej.			04BC_1A_K02
Przeprowadzenia obiektywnej oceny swojej pracy, dyskusji eksperymentu i wyciągania wniosków z eksperymentu.			04BC_1A_K03
Przestrzega zasad bezpieczeństwa i higieny pracy.			04BC_1A_K04
Krytycznego podejścia do otrzymywanych informacji i rozumie potrzebę weryfikacji informacji w oparciu o sprawdzone źródła wiedzy.			04BC_1A_K06
D. Treści programowe			
W trakcie realizowania programu student uzyskuje wiedzę na temat: sposobów otrzymywania surowic poliklonalnych i przeciwciał monoklonalnych; zasad leżących u podstaw selektywnego rozpoznawania antygeny przez przeciwciała; sposobów znakowania przeciwciał; zasady wybranych metod immunochemicznych (Western blot, ELISA, immunofenotypowanie).			
W trakcie realizowanie programu student wykona proste barwienie immunochemiczne; oznaczenie antygeny techniką Western blot; przeprowadzi immunofenotypowanie oraz przeprowadzi analizę cyfrową wyników eksperymentów cytometrycznych.			

24 Podstawy własności intelektualnej i komercjalizacji technologii

Nazwa przedmiotu: Podstawy własności intelektualnej i komercjalizacji technologii			
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	2	4	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	2		
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
ćwiczenia audytoryjne		26	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			

Poznanie procedur związanych ze świadomą zgodą, zgodą otwartą i przygotowaniem wniosków do komisji bioetycznej.	
B. Wymagania wstępne	
Student powinien posiadać podstawową znajomość terminologii naukowej z zakresu biologii, biologii molekularnej i genetyki; wykazywać podstawową umiejętność korzystania z podstawowych technologii informacyjnych.	
C. Efekty uczenia się	
Wiedza	
Zna i rozumie	Kod KEU
- Prawne i etyczne uwarunkowania związane z udostępnianiem danych z zakresu nauk biologicznych i danych biomedycznych. - Zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego w naukach biologicznych i pokrewnych. - Zasady etycznego stosowania poznanych algorytmów sztucznej inteligencji w ochronie zdrowia i analizie biomedycznej.	04BC_1A_W12
- Możliwości biznesowe oraz aspekty prawne związane z zastosowaniem sztucznej inteligencji w biologii i biomedycynie. - Zasady wykorzystania różnorodnych źródeł wiedzy z dbałością o rzetelność i kompletność prezentowanych danych biologicznych i biomedycznych.	04BC_1A_W15
Umiejętności	
Potrafi	Kod KEU
Weryfikować, oceniać i argumentować aspekty etyczne oraz systemowe zastosowania poznanych algorytmów sztucznej inteligencji w biologii i biomedycynie, uwzględniając regulacje prawne i normy techniczne.	04BC_1A_U05
Tworzyć opracowania pisemne dotyczące zagadnień związanych z planowaniem, projektowaniem i przeprowadzeniem eksperymentu biologicznego/biomedycznego oraz analizę ekonomiczną rozwiązania.	04BC_1A_U06
- Opracowywać dokumentację techniczną projektów, w tym systemów analizy danych, modeli AI, narzędzi bazodanowych. - Tworzyć dokumenty dotyczące oceny ekonomicznej wdrażanych rozwiązań.	04BC_1A_U14
Kompetencje społeczne	
Jest gotów do	Kod KEU
Uzasadnienia roli nauk podstawowych w medycynie.	04BC_1A_K01
- Stosowania zasad etyki zawodowej oraz etyki pracy naukowej. - Brania odpowiedzialności za prowadzone badania i projektowane narzędzia do analiz w naukach biologicznych i biomedycznych.	04BC_1A_K02
D. Treści programowe	
Pojęcie własność intelektualna, dobra niematerialne. Ustawa Prawo autorskie i prawa pokrewne. Przedmiot prawa autorskiego: utwór, utwór naukowy/pracowniczy, programy komputerowe, bazy danych. Podmiot prawa autorskiego: twórca utworu i jego autorskie prawa osobiste i majątkowe. Ograniczenia ustawowe. Ochrona wizerunku. Prawo autorskie w Internecie. Ustawa Prawo własności przemysłowej. Pojęcie własności przemysłowej. Urząd Patentowy RP jako organ udzielający ochrony przedmiotom własności przemysłowej. Przedmioty własności przemysłowej; wynalazek, znaki towarowe. Zasady przygotowywania utworów naukowych, dozwolony użytek publiczny dla utworów objętych prawem autorskim, pojęcie plagiatu, licencje Creative Commons. Przygotowanie do pracy w grupie - zasady współpracy, role społeczne w grupie, typy osobowości (temperamentu), komunikowanie interpersonalne; twórcze rozwiązywanie problemów; przygotowywanie przez studentów w formie pisemnego referatu oraz pokazu multimedialnego prac grupowych dotyczących: jednostek wspierających innowacyjne firmy i koordynujących komercjalizację wyników badań, przykładów obecnie rozwijanych innowacyjnych technologii szczególnie z obszarów wspierających zrównoważony rozwój społeczno-gospodarczy, jakość życia ludzi i ochronę środowiska naturalnego. Publiczna prezentacja prac grupowych połączona z dyskusją. Podczas zajęć z komercjalizacji technologii przedstawione zostaną następujące treści: Zapoznanie studentów z podstawowymi pojęciami z zakresu komercjalizacji technologii: innowacyjność, komercjalizacja, modele transferu technologii, metody oceny potencjału komercyjnego wyników badań naukowych, źródła finansowania transferu technologii i rozwoju innowacyjnych firm. Klastery i parki technologiczne. Jednostki koordynujące działania środowisk naukowych i biznesu. Priorytetowe kierunki badań i prac badawczo-	

rozwojowych w Polsce i na świecie. Przykłady oceny potencjału komercyjnego badań naukowych z różnych dziedzin w tym szczególnie z zakresu nauk przyrodniczych.

Studenci przygotowują prezentacje multimedialne indywidualne i grupowe dotyczące przykładów A) wybranych klastrów, platform technologicznych, parków naukowo-technologicznych w Polsce i na świecie, B) jednostek koordynujących przepływ wiedzy do biznesu oraz badania o charakterze R&D (ang. Research and Development) C) oceny potencjału komercyjnego wybranych przez studentów badań naukowych. Opracowanie szczegółowego sprawozdania dotyczącego oceny potencjału komercyjnego wybranych badań naukowych (praca zaliczeniowa).

25 Kształtowanie programów zdrowia publicznego

Kształtowanie programów zdrowia publicznego			
Nazwa przedmiotu:	Kształtowanie programów zdrowia publicznego		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	2	4	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	3		
Forma zaliczenia przedmiotu:	Egzamin		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Ćwiczenia audytoryjne		26	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Student poznaje praktyczne zastosowania metod epidemiologicznych w profilaktyce zdrowia publicznego.			
B. Wymagania wstępne			
Znajomość biologii, matematyki i informatyki zgodnie z podstawą programową kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego, technikum oraz branżowej szkoły II stopnia, zakres podstawowy.			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
• Uwarunkowania prawne, etyczne związane z tworzeniem programów zdrowia publicznego w oparciu o dane populacyjne.			04BC_1A_W12
• Narzędzia związane z zastosowaniem AI zdrowiu populacyjnym.			04BC_1A_W13
• Zasady i metody biobankowania związane z badaniem zdrowia populacji.			04BC_1A_W14
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
• Analizować skuteczność programów profilaktycznych.			04BC_1A_U02
• Zdobywać, klasyfikować i przetwarzać informacje cyfrowe związane z badaniem zdrowia populacji.			04BC_1A_U03
• Planować badania populacyjne.			04BC_1A_U04
• Argumentować aspekty etyczne zastosowania AI w badaniu zdrowia populacji.			04BC_1A_U05
• Tworzyć opracowania pisemne dotyczące badań populacyjnych i programów profilaktycznych.			04BC_1A_U06
• Przygotowywać opracowania pisemne i ustne wybranego problemu z zakresu badania zdrowia populacji.			04BC_1A_U07
• Wykorzystywać wnioskowanie statystyczne do analizy skuteczności programów zdrowia publicznego.			04BC_1A_U13
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU
• Uzasadnienia roli nauk biologicznych w badaniach zdrowia populacji.			04BC_1A_K01
D. Treści programowe			
Podczas zajęć zaprezentowany zostanie materiał dotyczący programów zdrowia publicznego oraz wpływu Europejskiej Przestrzeni Danych Zdrowotnych (EHDS) na ich funkcjonowanie. Omówione zostaną regulacje prawne związane z tworzeniem międzynarodowych programów zdrowia publicznego oraz metody epidemiologiczne wykorzystywane w analizie i modelowaniu epidemiologicznym. Uczestnicy poznają repozytoria danych cyfrowych wspierające analizę epidemiologiczną oraz metody oceny skuteczności programów zdrowia publicznego. Zdobyta wiedza pozwoli im na stosowanie narzędzi statystyki			

i sztucznej inteligencji (AI) do podstawowych analiz epidemiologicznych, a także na wykorzystanie repozytoriów cyfrowych w badaniu nierówności w dostępie do opieki zdrowotnej. Dodatkowo nauczą się identyfikować kluczowe inicjatywy zdrowia publicznego na poziomie lokalnym i międzynarodowym oraz stosować dane z dużych repozytoriów do ekstrapolacji wyników na mniejszych zbiorach danych.

26 Lektorat

Nazwa przedmiotu:	Lektorat		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	2	4	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	3		
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
lektorat		60 h	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Na zajęciach realizowany będzie program umożliwiający osobie studiującej uzyskanie kompetencji językowej na poziomie B2 Europejskiego Kształcenia Językowego.			
B. Wymagania wstępne			
Znajomość języka angielskiego na poziomie szkoły średniej.			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
Przygotowywać opracowania pisemne i ustne wybranego problemu z zakresu biologii i pokrewnych dyscyplin w języku polskim i angielskim na poziomie B2 Europejskiego Systemu Kształcenia Językowego.			04BC_1A_U07
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU
D. Treści programowe			
Celem zajęć jest pogłębienie znajomości języka angielskiego, wykształcenie umiejętności analizy tekstu pod kątem najważniejszych informacji; nabycie umiejętności używania języka angielskiego do prezentacji własnych wyników badań na seminariach i konferencjach naukowych.			

27 Praktyki zawodowe

Nazwa przedmiotu:	Praktyki zawodowe: moduł laboratoryjny		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	2	4	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	4		
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Praktyki zawodowe		120	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Celem przedmiotu jest zapoznanie studenta z zasadami funkcjonowania jednostek w przemyśle biomedycznym. Pozwoli to na identyfikację źródeł, formatów i przepływów danych cyfrowych, wdrażania narzędzi analitycznych w tym AI oraz możliwości implementacji i rozwijania nowych rozwiązań.			
B. Wymagania wstępne			
Podstawowe umiejętności logicznego myślenia			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU

• Uwarunkowania prawne, etyczne i organizacyjne dotyczące pozyskiwania, przetwarzania i udostępniania danych cyfrowych w podmiotach, w których student realizuje praktykę. • Zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego, a także zasady etyczne stosowania algorytmów sztucznej inteligencji w ochronie zdrowia analizie biomedycznej.	04BC_1A_W12
• Narzędzia oraz infrastrukturę informatyczną związaną z zastosowaniem AI w biomedycynie w podmiotach, w których student realizuje praktyki. • Zasady zarządzania danymi i kontroli ich jakości w podmiotach, w których student realizuje praktyki.	04BC_1A_W13
• Zasady i metody biobankowania materiału biologicznego i biobankowania cyfrowego, oraz technologie cyfrowe z nimi związane.	04BC_1A_W14
• Możliwości biznesowe oraz aspekty prawne związane z zastosowaniem sztucznej inteligencji w biologii i biomedycynie. • Zasady wykorzystania poznanych źródeł wiedzy z dbałością o rzetelność i kompletność prezentowanych rezultatów.	04BC_1A_W15
Umiejętności	
Potrafi	Kod KEU
• Stosować poznane narzędzia i pakiety oprogramowania oraz techniki obliczeniowe do rozwiązywania zagadnień analizy danych w podmiotach, gdzie student realizuje praktyki.	04BC_1A_U09
• Stosować poznane techniki oraz narzędzia badawcze do automatyzacji procesów laboratoryjnych zgodnie z zasadami przyjętymi w podmiotach, gdzie student realizuje praktyki.	04BC_1A_U11
• Wykorzystywać narzędzia informatyczne do komunikacji, organizowania informacji, analizy danych naukowych, tworzenia oprogramowania oraz sporządzania raportów technicznych zgodnie ze standardami podmiotu, gdzie student realizuje praktyki.	04BC_1A_U12
Kompetencje społeczne	
Jest gotów do	Kod KEU
• Przestrzegania zasad bezpieczeństwa, procedur i higieny pracy w laboratoriach i środowisku pracy w podmiotach, gdzie student realizuje praktyki.	04BC_1A_K04
• Przestrzegania zasad etyki związanej z zastosowaniem sztucznej inteligencji w ochronie zdrowia zgodnie z zasadami przyjętymi w podmiocie, gdzie student realizuje praktyki.	04BC_1A_K07
D. Treści kształcenia	
W ramach studenckich praktyk zawodowych kierunkowych, studenci zapoznają się ze strukturą organizacyjno-prawną oraz działalnością instytucji wykorzystujących wiedzę biologiczną lub wymagającą kompetencji cyfrowych. Na początkowym etapie praktyk szkolenie BHP oraz instruktaż stanowiskowy. Zdobywanie i poszerzanie wiedzy teoretycznej jak i praktycznej związanej ściśle z profilem prowadzonych badań/działań w danej placówce. Zdobycie wiedzy na temat funkcjonowania i wykorzystywania specjalistycznego sprzętu laboratoryjnego oraz technikami i metodami badawczymi rutynowo stosowanymi w danym laboratorium/podmiocie ochrony zdrowia. W zależności od profilu wybranej instytucji przyjmującej: - zapoznanie praktykanta z zasadami BHP - zapoznanie praktykanta z zakresem pracy instytucji - zapoznanie praktykanta z zakresem obowiązków w czasie praktyk - wykonywanie przydzielonych zadań przez praktykanta - sporządzenie przez praktykanta opisu wykonywanych prac w dzienniku praktyk Studenci podczas praktyk posługują się terminologią związaną z analizą chemiczną i biochemiczną i genetyczną; wyjaśnia zasady podstawowych technik i narzędzi badawczych stosowanych w laboratoriach analitycznych, analizie chemicznej i biochemicznej; wyjaśnia możliwości wykorzystania wyników badań laboratoryjnych w życiu społeczno-gospodarczym; wyjaśnia zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w różnych typach laboratoriów analitycznych i diagnostycznych zajmujących się oceną materiału biologicznego; posługuje się poznanymi metodami analitycznymi; analizuje wyniki uzyskane z dokonanych oznaczeń;	

zdobywa samodzielnie wiedzę z zakresu działalności laboratoriów analitycznych; planuje swoją ścieżkę rozwoju mając na uwadze charakter działania laboratorium analitycznego.

Nazwa przedmiotu:		Praktyki zawodowe: moduł modelowania lub analizy danych	
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	2	4	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	4		
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Praktyki zawodowe		120	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Celem przedmiotu jest zapoznanie studenta z zasadami funkcjonowania jednostek w systemie ochrony zdrowia. Pozwoli to na identyfikację źródeł, formatów i przepływów danych cyfrowych, wdrażania narzędzi analitycznych w tym AI oraz możliwości implementacji i rozwijania nowych rozwiązań.			
B. Wymagania wstępne			
Podstawowe umiejętności logicznego myślenia			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
- Uwarunkowania prawne, etyczne i organizacyjne dotyczące pozyskiwania, przetwarzania i udostępniania danych cyfrowych w podmiotach, w których student realizuje praktykę. - Zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego, a także zasady etyczne stosowania algorytmów sztucznej inteligencji w ochronie zdrowia analizie biomedycznej.			04BC_1A_W12
- Narzędzia oraz infrastrukturę informatyczną związaną z zastosowaniem AI w biomedycynie w podmiotach, w których student realizuje praktyki. - Zasady zarządzania danymi i kontroli ich jakości w podmiotach, w których student realizuje praktyki.			04BC_1A_W13
Zasady i metody biobankowania materiału biologicznego i biobankowania cyfrowego, oraz technologie cyfrowe z nimi związane.			04BC_1A_W14
- Możliwości biznesowe oraz aspekty prawne związane z zastosowaniem sztucznej inteligencji w biologii i biomedycynie. - Zasady wykorzystania poznanych źródeł wiedzy z dbałością o rzetelność i kompletność prezentowanych rezultatów.			04BC_1A_W15
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
Stosować poznane narzędzia i pakiety oprogramowania oraz techniki obliczeniowe do rozwiązywania zagadnień analizy danych w podmiotach, gdzie student realizuje praktyki.			04BC_1A_U09
Stosować poznane techniki oraz narzędzia badawcze do automatyzacji procesów laboratoryjnych zgodnie z zasadami przyjętymi w podmiotach, gdzie student realizuje praktyki.			04BC_1A_U11
Wykorzystywać narzędzia informatyczne do komunikacji, organizowania informacji, analizy danych naukowych, tworzenia oprogramowania oraz sporządzania raportów technicznych zgodnie ze standardami podmiotu, gdzie student realizuje praktyki.			04BC_1A_U12
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU
Przestrzegania zasad bezpieczeństwa, procedur i higieny pracy w laboratoriach i środowisku pracy w podmiotach, gdzie student realizuje praktyki.			04BC_1A_K04
Przestrzegania zasad etyki związanej z zastosowaniem sztucznej inteligencji w ochronie zdrowia zgodnie z zasadami przyjętymi w podmiocie, gdzie student realizuje praktyki.			04BC_1A_K07
D. Treści kształcenia			

W ramach studenckich praktyk zawodowych kierunkowych, studenci zapoznają się ze strukturą organizacyjno-prawną oraz działalnością instytucji wykorzystujących wiedzę biologiczną lub wymagającą kompetencji cyfrowych.

Na początkowym etapie praktyk szkolenie BHP oraz instruktaż stanowiskowy.

Zdobywanie i poszerzanie wiedzy teoretycznej jak i praktycznej związanej ściśle z profilem prowadzonych badań/działań w danej placówce.

Zdobycie wiedzy na temat wykorzystywania, testowania i wdrażania algorytmów analizy danych, w tym algorytmów AI w danym podmiocie w tym jednostce ochrony zdrowia.

W zależności od profilu wybranej instytucji przyjmującej:

- zapoznanie praktykanta z zasadami BHP
- zapoznanie praktykanta z zakresem pracy instytucji
- zapoznanie praktykanta z zakresem obowiązków w czasie praktyk
- wykonywanie przydzielonych zadań przez praktykanta
- sporządzenie przez praktykanta opisu wykonywanych prac w dzienniku praktyk oraz raportu z przeprowadzonych analiz

Studenci podczas praktyk posługują się terminologią związaną z analizą i eksploracją danych, wizualizacją danych oraz przygotowaniem danych do zastosowania docelowych rozwiązań analitycznych w tym algorytmów AI; nabywają umiejętności z zakresu zastosowania procedur kontroli jakości danych w konkretnych zastosowaniach praktycznych; wyjaśnia możliwości wykorzystania wyników analiz w życiu społeczno-gospodarczym; wyjaśnia zasady dostosowania sprzętu IT pod zastosowanie konkretnych algorytmów; zdobywa samodzielnie wiedzę z zakresu wykorzystania i wdrażania algorytmów analizy danych i AI; planuje swoją ścieżkę rozwoju mając na uwadze charakter działania podmiotu

Nazwa przedmiotu:	Praktyki zawodowe: moduł bazodanowy		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	2	4	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	4		
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Praktyki zawodowe		120	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Celem przedmiotu jest zapoznanie studenta z zasadami funkcjonowania jednostek w przemyśle biomedycznym. Pozwoli to na identyfikację źródeł, formatów i przepływów danych cyfrowych, wdrażania narzędzi analitycznych w tym AI oraz możliwości implementacji i rozwijania nowych rozwiązań.			
B. Wymagania wstępne			
Podstawowe umiejętności logicznego myślenia			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
- Uwarunkowania prawne, etyczne i organizacyjne dotyczące pozyskiwania, przetwarzania i udostępniania danych cyfrowych w podmiotach, w których student realizuje praktykę. - Zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego, a także zasady etyczne stosowania algorytmów sztucznej inteligencji w ochronie zdrowia analizie biomedycznej.			04BC_1A_W12
- Narzędzia oraz infrastrukturę informatyczną związaną z zastosowaniem AI w biomedycynie w podmiotach, w których student realizuje praktyki. - Zasady zarządzania danymi i kontroli ich jakości w podmiotach, w których student realizuje praktyki.			04BC_1A_W13
Zasady i metody biobankowania materiału biologicznego i biobankowania cyfrowego, oraz technologie cyfrowe z nimi związane.			04BC_1A_W14
- Możliwości biznesowe oraz aspekty prawne związane z zastosowaniem sztucznej inteligencji w biologii i biomedycynie. - Zasady wykorzystania poznanych źródeł wiedzy z dbałością o rzetelność i kompletność prezentowanych rezultatów.			04BC_1A_W15

Umiejętności	
Potrafi	Kod KEU
Stosować poznane narzędzia i pakiety oprogramowania oraz techniki obliczeniowe do rozwiązywania zagadnień analizy danych w podmiotach, gdzie student realizuje praktyki.	04BC_1A_U09
Stosować poznane techniki oraz narzędzia badawcze do automatyzacji procesów laboratoryjnych zgodnie z zasadami przyjętymi w podmiotach, gdzie student realizuje praktyki.	04BC_1A_U11
Wykorzystywać narzędzia informatyczne do komunikacji, organizowania informacji, analizy danych naukowych, tworzenia oprogramowania oraz sporządzania raportów technicznych zgodnie ze standardami podmiotu, gdzie student realizuje praktyki.	04BC_1A_U12
Kompetencje społeczne	
Jest gotów do	Kod KEU
Przestrzegania zasad bezpieczeństwa, procedur i higieny pracy w laboratoriach i środowisku pracy w podmiotach, gdzie student realizuje praktyki.	04BC_1A_K04
Przestrzegania zasad etyki związanej z zastosowaniem sztucznej inteligencji w ochronie zdrowia zgodnie z zasadami przyjętymi w podmiocie, gdzie student realizuje praktyki.	04BC_1A_K07
D. Treści kształcenia	
W ramach studenckich praktyk zawodowych kierunkowych, studenci zapoznają się ze strukturą organizacyjno-prawną oraz działalnością instytucji wykorzystujących wiedzę biologiczną lub wymagającą kompetencji cyfrowych. Na początkowym etapie praktyk szkolenie BHP oraz instruktaż stanowiskowy. Zdobywanie i poszerzanie wiedzy teoretycznej jak i praktycznej związanej ściśle z profilem prowadzonych działań w danej placówce. Zdobycie wiedzy na temat funkcjonowania i wykorzystywania specjalistycznych systemów bazodanowych oraz przepływów danych stosowanych w danym podmiocie w tym podmiocie ochrony zdrowia. W zależności od profilu wybranej instytucji przyjmującej: - zapoznanie praktykanta z zasadami BHP - zapoznanie praktykanta z zakresem pracy instytucji - zapoznanie praktykanta z zakresem obowiązków w czasie praktyk - wykonywanie przydzielonych zadań przez praktykanta - sporządzenie przez praktykanta opisu wykonywanych prac w dzienniku praktyk oraz raportu z kwerend baz danych o ile to ma zastosowanie Studenci podczas praktyk posługują się terminologią związaną z tworzeniem baz danych, magazynów danych, integracją danych z różnych źródeł; analizuje wdrożone narzędzia do kontroli jakości danych; wyjaśnia możliwości wykorzystania ustrukturyzowanych i nie ustrukturyzowanych danych w zastosowaniu do rozwiązywania problemów społeczno-gospodarczym; wyjaśnia zasady bezpieczeństwa i higieny pracy oraz odpowiedni dobór sprzętu pod konkretne zastosowania bazodanowe; analizuje przepływy danych w danym podmiocie i stosuje odpowiednie metody do badania optymalności zastosowanych rozwiązań.	

III rok, 5 semestr

28 Zastosowanie sekwencjonowania nowej generacji w badaniach naukowych

Zastosowanie sekwencjonowania nowej generacji w badaniach naukowych			
Nazwa przedmiotu:	Zastosowanie sekwencjonowania nowej generacji w badaniach naukowych		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	3	5	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	3		
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Wykłady, ćwiczenia laboratoryjne		13+ 26	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			

Celem wykładów i ćwiczeń jest zapoznanie studentów z teoretycznymi i praktycznymi aspektami techniki metabarkodowania z wykorzystaniem sekwencjonowania nowej generacji (NGS). Zajęcia mają na celu rozwinięcie umiejętności związanych z przygotowaniem bibliotek do sekwencjonowania, oceną ich jakości, przeprowadzeniem sekwencjonowania na platformach Illumina, analizą jakości uzyskanych odczytów oraz przygotowaniem danych do analiz taksonomicznych. Studenci nauczą się także samodzielnie analizować dane pochodzące z sekwencjonowania NGS, ze szczególnym uwzględnieniem zastosowań w badaniach środowiskowych i medycznych.

B. Wymagania wstępne

Podstawowa wiedza z zakresu genetyki molekularnej i bioinformatyki.

C. Efekty uczenia się

Wiedza

Zna i rozumie	Kod KEU
Zaawansowane algorytmy informatyczne do analizy danych z sekwencjonowania nowej generacji.	04BC_1A_W02
Pojęcia rachunku prawdopodobieństwa i statystyki w zastosowaniu do analizy danych z sekwencjonowania nowej generacji.	04BC_1A_W06
Systemy obliczeń eksploracji i wizualizacji danych z sekwencjonowania nowej generacji.	04BC_1A_W08

Umiejętności

Potrafi	Kod KEU
Projektować, implementować i testować metody eksploracji danych z sekwencjonowania nowej generacji.	04BC_1A_U01
Analizować dane biologiczne i biomedyczne z sekwencjonowania nowej generacji.	04BC_1A_U02
Zdobywać informacje naukowe związane z sekwencjonowaniem nowej generacji.	04BC_1A_U03
Stosować techniki oraz narzędzia badawcze współczesnej biologii w zastosowaniu do sekwencjonowania nowej generacji.	04BC_1A_U11

Kompetencje społeczne

Jest gotów do	Kod KEU
Stosowania zasad etyki w zakresie analizy i pozyskania danych z sekwencjonowania nowej generacji.	04BC_1A_K02
Przeprowadzania obiektywnej samooceny jakości projektowanych ścieżek analizy danych z sekwencjonowania nowej generacji.	04BC_1A_K03
Aktualizowania wiedzy z zakresu nauk społecznych do integracji danych z sekwencjonowania nowej generacji.	04BC_1A_K05
Krytycznego podejścia do otrzymywanych informacji związanych z sekwencjonowaniem nowej generacji.	04BC_1A_K06

D. Treści programowe

Podczas zajęć zaprezentowany zostanie materiał dotyczący technik sekwencjonowania nowej generacji (NGS), badań metabarkodowych i metagenomowych oraz analizy środowiskowego DNA i RNA (eDNA, eRNA). Omówione zostaną sekwencje barkodowe, różnorodność genetyczna oraz charakterystyka genomów różnych grup organizmów. Podczas ćwiczeń laboratoryjnych uczestnicy zdobędą umiejętności praktyczne w zakresie technologii sekwencjonowania nowej generacji (NGS). Nauczą się opisywać zasadę działania tej techniki oraz samodzielnie projektować eksperymenty i dobierać odpowiednie warunki sekwencjonowania NGS dla eDNA i eRNA. Uczestnicy przećwiczą przygotowanie bibliotek do sekwencjonowania, w tym ocenę ich jakości i ilości oraz przygotowanie próbek do analizy na platformie Illumina. Nauczą się przeprowadzać bioinformatyczną obróbkę surowych odczytów NGS, obejmującą demultipleksację, trzymowanie, mergowanie, usuwanie chimer i normalizację. Zdobędą także umiejętność przeprowadzania analiz taksonomicznych i biostatystycznych, takich jak ocena bioróżnorodności, identyfikacja taksonów różnicujących oraz analiza korelacji z metadanymi środowiskowymi lub klinicznymi. Dodatkowo uczestnicy poznają zastosowanie algorytmów uczenia maszynowego (ML) i sztucznej inteligencji (AI) do oceny jakości danych, ich wizualizacji oraz analizy. Przećwiczą także podstawowe algorytmy ML oraz metody epidemiologiczne w modelowaniu dynamiki rozwoju mikroorganizmów. Uczestnicy poznają metodykę przygotowania bibliotek eDNA i eRNA, ocenę ich jakości oraz proces sekwencjonowania na platformie Illumina MiSeq/NovaSeq. Przedstawione zostaną zasady projektowania eksperymentów NGS w badaniach środowiskowych i klinicznych oraz najnowsze osiągnięcia w badaniach metabarkodowych i metagenomowych. Omówiona zostanie analiza danych NGS

z wykorzystaniem narzędzi AI i ML do oceny jakości danych oraz zastosowanie tych metod w monitorowaniu dynamiki mikroorganizmów i epidemiologii.

29a Regulatory ekspresji genów

Regulatory ekspresji genów			
Nazwa przedmiotu:	Regulatory ekspresji genów		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	3	5	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	3		
Forma zaliczenia przedmiotu:	Egzamin		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Wykłady, ćwiczenia audytoryjne, ćwiczenia laboratoryjne		13 + (13 + 13)	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z mechanizmami regulacji ekspresji genów w organizmach eukariotycznych oraz rozwijanie praktycznych umiejętności analizy sekwencji regulatorowych z wykorzystaniem nowoczesnych narzędzi bioinformatycznych. Przedmiot ma również na celu kształcenie umiejętności samodzielnego wyszukiwania, analizy i interpretacji najnowszych osiągnięć biologii molekularnej i genetyki.			
B. Wymagania wstępne			
Podstawowa wiedza z zakresu genetyki molekularnej.			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
• Zjawiska molekularne związane z ekspresją RNA.			04BC_1A_W01
• Sieci regulatorowe ekspresji RNA.			04BC_1A_W02
• Technologie związane z badaniem ekspresji genów i regulacji ekspresji RNA.			04BC_1A_W05
• Pojęcia statystyki związane z analizą danych z ekspresji RNA.			04BC_1A_W06
• Pakiety oprogramowania stosowane w analizie danych z ekspresji RNA.			04BC_1A_W08
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
• Implementować metody eksploracji danych z ekspresji RNA.			04BC_1A_U01
• Pozyskiwać, przetwarzać, integrować dane z ekspresji RNA.			04BC_1A_U02
• Przetwarzać informacje naukowe związane z regulacją ekspresji genu.			04BC_1A_U03
• Stosować techniki oraz narzędzia badawcze współczesnej biologii do badania ekspresji RNA.			04BC_1A_U11
• Wykorzystywać narzędzia informatyczne organizowania informacji związanych z regulacją ekspresji genu.			04BC_1A_U12
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU
• Stosowania zasad etyki pracy naukowej.			04BC_1A_K02
D. Treści programowe			
Podczas zajęć omówione zostaną mechanizmy regulacji ekspresji genów, w tym białkowe i niebiałkowe regulatory, zarówno endogenne, jak i egzogenne, takie jak czynniki transkrypcyjne, enzymy epigenetyczne, RNA regulatorowe, hormonalne i środowiskowe. Przedstawione zostaną także skutki mutacji w elementach regulatorowych, jak promotory, enhancery, silencery, czy elementy epigenetyczne, a także techniki badania regulacji ekspresji genów. Uczestnicy nauczą się identyfikować i analizować sekwencje regulatorowe w genomie, oceniać skutki mutacji oraz ich wpływ na funkcjonowanie komórek i organizmów, w tym powiązanie mutacji z chorobami, np. rakiem piersi. Uczestnicy będą wykorzystywać narzędzia bioinformatyczne, takie jak uczenie maszynowe, AI, Python i R, do analizy mutacji oraz predykcji konsekwencji zmian w ekspresji genów. Nauczą się także pobierać dane z globalnych repozytoriów genetycznych i przeprowadzać metaanalizę, aby określić predyspozycje do chorób wynikających z zaburzeń regulacji ekspresji genów.			

29b Biologia nowotworów

Nazwa przedmiotu:				Biologia nowotworów			
Kod przedmiotu:		Rok studiów:		Semestr:		Język:	
		3		5		polski	
Forma prowadzenia zajęć:		stacjonarna					
Punkty ECTS:		3					
Forma zaliczenia przedmiotu:		Egzamin					
Forma zajęć				Liczba godzin			
Wykłady, ćwiczenia audytoryjne, ćwiczenia laboratoryjne				13 +(13 + 13)			
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu							
Celem przedmiotu jest poznanie procesów zachodzących w komórce oraz jej środowisku prowadzących do inicjacji, promocji i progresji nowotworu.							
B. Wymagania wstępne							
Podstawowa wiedza z zakresu budowy komórek i tkanek oraz genetyki molekularnej.							
C. Efekty uczenia się							
Wiedza							
Zna i rozumie						Kod KEU	
• Złożone zjawiska biologiczne związane z procesem nowotworowym.						04BC_1A_W01	
• Zaawansowane modele statystyczne i probabilistyczne związane z modelowaniem nowotworzenia.						04BC_1A_W02	
• Technologie stosowane w biologii i biomedycynie cyfrowej do analizy procesów nowotworowych.						04BC_1A_W05	
• Pojęcia rachunku prawdopodobieństwa stosowane w analizie danych onkologicznych.						04BC_1A_W06	
• Rozwiązania informatyczne stosowane w analizie danych onkologicznych.						04BC_1A_W08	
Umiejętności							
Potrafi						Kod KEU	
• Projektować metody eksploracji danych w zastosowaniu do onkologii molekularnej.						04BC_1A_U01	
• Analizować dane biologiczne i biomedyczne z różnych źródeł w celu całościowego modelowania procesu nowotworzenia.						04BC_1A_U02	
• Przetwarzać informacje naukowe z zakresu onkologii molekularnej.						04BC_1A_U03	
• Stosować techniki biologii molekularnej i biomedycyny w zastosowaniu do onkologii.						04BC_1A_U11	
• Wykorzystywać narzędzia informatyczne do organizowania informacji w zakresie onkologii molekularnej.						04BC_1A_U012	
Kompetencje społeczne							
Jest gotów do						Kod KEU	
• Stosowania zasad etyki zawodowej w analizie danych z zakresu onkologii molekularnej.						04BC_1A_K02	
D. Treści programowe							
Podczas zajęć omówione zostaną kluczowe procesy molekularne związane z nowotworzeniem, w tym zmiany genetyczne i epigenetyczne, takie jak mutacje punktowe, delecje, amplifikacje genów i rearanżacje chromosomalne. Zostaną przedstawione czynniki genotoksyczne, mutagenne i kancerogenne oraz etapy transformacji nowotworowej: inicjacji, promocji i progresji. Uczestnicy poznają mechanizmy regulacyjne na poziomie komórkowym i tkankowym, takie jak zmiany w metylacji DNA i modyfikacjach histonów, które prowadzą do aktywacji onkogenów i inaktywacji genów supresorowych, analizę roli protoonkogenów, onkogenów oraz genów supresorowych w cyklu komórkowym i apoptozie, a także wpływ czynników transkrypcyjnych, białek adhezyjnych i metaloproteinaz na progresję nowotworową. Uczestnicy zapoznają się z czynnikami ryzyka nowotworów, w tym genetycznymi, środowiskowymi i związanymi ze stylem życia, oraz podstawową nomenklaturą onkologiczną i klasyfikacją nowotworów. Omówione zostaną metody genetyczne wykorzystywane w diagnostyce nowotworów, takie jak mikromacierze i sekwencjonowanie, a także metody analizy uszkodzeń DNA i ich wpływu na rozwój nowotworów. Podczas zajęć uczestnicy nauczą się identyfikować cele terapeutyczne w onkologii, analizować skutki mutacji w DNA oraz interpretować ich wpływ na rozwój nowotworów. Będą również przetwarzać i analizować wyniki badań naukowych, korzystając z narzędzi bioinformatycznych, takich jak uczenie maszynowe, AI oraz programowanie w Pythonie i R, do analizy danych genetycznych, molekularnych i histopatologicznych.							

Uczestnicy nauczą się także pobierać dane z globalnych repozytoriów genetycznych i przeprowadzać metaanalizę, wyciągając wnioski na temat predyspozycji do nowotworów oraz potencjalnych biomarkerów diagnostycznych i terapeutycznych.

30a Genetyka populacji historycznych

Nazwa przedmiotu:		Genetyka populacji historycznych	
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	3	5	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	2		
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
ćwiczenia audytoryjne, ćwiczenia laboratoryjne		13 + 13	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Celem przedmiotu jest przygotowanie studentów do samodzielnego prowadzenia badań w zakresie genetyki populacji historycznych i analizy danych aDNA. Przedmiot umożliwia studentom zrozumienie potrzeby powadzenia takich badań oraz przybliża ich specyfikę. Studenci poza nabyciem praktycznych umiejętności posługiwania się aktualnymi metodami stosowanymi w tym zakresie, poznają również ich zalety i ograniczenia oraz nabędą umiejętność interpretacji uzyskanych wyników.			
B. Wymagania wstępne			
Podstawy programowania, podstawowe umiejętności analizy danych, znajomość rachunku prawdopodobieństwa; podstawy genetyki			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
• Złożone zjawiska biologiczne związane z genomiką populacji historycznych.			04BC_1A_W01
• Zaawansowane modele statystyczne w analizie danych genomicznych.			04BC_1A_W02
• Pojęcia rachunku prawdopodobieństwa stosowane w analizie zjawisk na poziomie populacyjnym.			04BC_1A_W06
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
• Projektować, implementować i testować metody analizy danych z sekwencjonowania kopalnego DNA.			04BC_1A_U01
• Wykorzystywać narzędzia informatyczne analizy danych z publicznych repozytoriów genomicznych.			04BC_1A_U12
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU
• Stosowania zasad etyki zawodowej w zakresie analizy danych genomicznych.			04BC_1A_K02
• Przeprowadzania obiektywnej samooceny wyników analizy danych genomicznych.			04BC_1A_K03
• Aktualizowania wiedzy z zakresu nauk humanistycznych i społecznych do wspomagania interpretacji danych z sekwencjonowania kopalnego DNA.			04BC_1A_K05
• Krytycznego podejścia do otrzymywanych istniejących wyników z zakresu genomiki populacji historycznych.			04BC_1A_K06
D. Treści programowe			
W trakcie zajęć omówione zostaną metody pozyskiwania materiału biologicznego z kości, kontaminacji współczesnym DNA oraz technologie budowania bibliotek DNA z zastosowaniem wysokoprzepustowych metod, w tym wzbogacania sekwencji (np. hybrydyzacja z sondami specyficznymi dla ludzkiego genomu). Przedstawione zostaną techniki identyfikacji starożytnego DNA, zwłaszcza na podstawie charakterystycznych uszkodzeń, jak deaminacja cytozyny (C→T). Uczestnicy zapoznają się z metodami bioinformatycznymi, takimi jak filtrowanie danych, usuwanie kontaminacji oraz mapowanie do genomu referencyjnego z wykorzystaniem narzędzi jak np.: BWA, Samtools, GATK, ANGSD. Zostaną omówione zadania związane z analizą domieszki populacyjnej, pochodzenia populacji i analizami filogenetycznymi, na podstawie danych z chromosomów autosomalnych, płciowych oraz mitochondrialnych. Ponadto, zaprezentowane zostaną zagadnienia dotyczące wpływu mieszania się populacji historycznych na obecne ryzyko genetyczne wybranych chorób.			

Uczestnicy nauczą się przetwarzać dane sekwencyjne, przeprowadzać kontrolę jakości próbki aDNA, identyfikować kontaminacje i oceniać uszkodzenia DNA. Przeciwczą analizę struktury populacji przy użyciu metod, takich jak analiza składowych głównych (PCA), i przeprowadzą analizę pokrewieństwa w starożytnych populacjach.

Omówione zostaną metody statystyczne wykorzystywane w analizie aDNA, w tym teoria koalescencji oraz statystyki D i F do oceny pokrewieństwa populacyjnego. Uczestnicy nauczą się interpretować wyniki analiz, które będą użyteczne w badaniach historycznych i biologicznych.

Na zakończenie zajęć, uczestnicy poznają zastosowanie symulacji w genetyce populacyjnej do testowania hipotez oraz modelowania scenariuszy ewolucyjnych. Przeprowadzą symulacje zbiorów danych aDNA, co pozwoli im na wykrywanie sygnałów doboru naturalnego. Omówione zostaną także praktyczne zastosowania metod analizy aDNA w rzeczywistych zbiorach danych oraz ich integracja z danymi historycznymi i archeologicznymi.

30b Metody ilościowe w antropologii

Nazwa przedmiotu:		Metody ilościowe w antropologii	
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	3	5	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	2		
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
wykład, ćwiczenia laboratoryjne		13 + 13	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Celem przedmiotu jest przygotowanie studentów do samodzielnego prowadzenia badań ilościowych i jakościowych populacji ludzkich — zarówno współczesnych, jak i pradziejowych. Przedmiot pozwala zrozumieć znaczenie i specyfikę tego typu badań, a także umożliwia zdobycie praktycznych umiejętności związanych ze stosowaniem nowoczesnych metod analitycznych. Studenci poznają nie tylko zalety i ograniczenia wykorzystywanych metod, ale również nauczą się interpretować uzyskane wyniki.			
B. Wymagania wstępne			
Podstawowa znajomość biologii człowieka.			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
• Złożone zjawiska biologiczne w kontekście współczesnej antropologii.			04BC_1A_W01
• Zaawansowane modele statystyczne do analizy danych antropologicznych.			04BC_1A_W02
• Pojęcia rachunku prawdopodobieństwa związane z analizą danych z pomiarów antropometrycznych.			04BC_1A_W06
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
• Wykorzystać narzędzia analizy danych do optymalizacji wybranych procesów w badaniach antropologicznych.			04BC_1A_U01
• Wykorzystywać narzędzia informatyczne do badań antropologicznych.			04BC_1A_U12
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU
• Stosowania zasad etyki zawodowej w zakresie analizy pomiarów antropologicznych.			04BC_1A_K02
• Przeprowadzania obiektywnej samooceny własnej pracy związanej z metodami ilościowymi w antropologii.			04BC_1A_K03
• Aktualizowania wiedzy z zakresu nauk humanistycznych i społecznych do odpowiedniego osadzenia wyników eksperymentów przeprowadzanych z użyciem metod ilościowych współczesnej antropologii.			04BC_1A_K05
• Krytycznego podejścia do otrzymywanych informacji i wyników eksperymentów z zastosowaniem metod ilościowych w antropologii.			04BC_1A_K06
D. Treści programowe			
Omówione zostaną różnorodne aspekty metodologii badań antropologicznych, obejmujące zarówno cechy ilościowe, jak i jakościowe, które zmieniają się w zależności od genetycznych, środowiskowych i ewolucyjnych			

uwarunkowań. Przedstawione zostaną zagadnienia związane z odontologią, takie jak analiza szkliva zębów czy pnie odontologiczne, a także zjawisko trendu sekularnego w rozwoju biologicznym człowieka. Zostaną poruszone kwestie stresu środowiskowego, zarówno indywidualnego, jak i populacyjnego, oraz zastosowanie tych koncepcji w badaniach populacji historycznych. Uczestnicy zapoznają się z możliwościami analizy zróżnicowania międzypopulacyjnego, a także z technikami oceny płci, wieku biologicznego i pochodzenia biogeograficznego na podstawie szkieletu. Zajęcia obejmą również tematy z zakresu antropologii molekularnej ((Zegary molekularne dla linii Homo (modele, kalibracja); HAR (Human Accelerated Regions) i HCAR (Human Conservative Accelerated Regions) dla linii Homo; Geny ważne z punktu widzenia ewolucji H. sapiens, czasy dywergencji)). Ponadto, uczestnicy nauczą się wykorzystywać wyniki badań biologicznych w innych dziedzinach (medycyna, kryminalistyka czy ergonomia, ekologia, socjologia, psychologia, kultura fizyczna), poznają zasady badań ankietowych. Wykłady poruszają również techniki prowadzenia badań ankietowych, psychometrię oraz projektowanie kwestionariuszy, a także antropometrię i antroposkopię. Zajęcia obejmą także analizę wyników densytometrycznych, badania na podstawie zębów oraz oceny międzypokoleniowych zmian w rozwoju biologicznym. W kontekście nowoczesnych metod, uczestnicy nauczą się obliczać wiek epigenetyczny na podstawie danych metylacyjnych, a także stosować statystyki i metody analizy w badaniach genealogicznych i ewolucyjnych.

31a Uczenie maszynowe II

Nazwa przedmiotu:				Uczenie maszynowe II			
Kod przedmiotu:		Rok studiów:		Semestr:		Język:	
		3		5		polski	
Forma prowadzenia zajęć:		stacjonarna					
Punkty ECTS:		3					
Forma zaliczenia przedmiotu:		zaliczenie					
Forma zajęć				Liczba godzin			
Wykłady, ćwiczenia laboratoryjne				13 + 13			
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu							
Student poznaje metody i modele uczenia maszynowego wykorzystywane do analizy danych biomedycznych							
B. Wymagania wstępne							
Znajomość biologii, matematyki i informatyki zgodnie z podstawą programową kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego, technikum oraz branżowej szkoły II stopnia, zakres podstawowy.							
C. Efekty uczenia się							
Wiedza							
Zna i rozumie						Kod KEU	
• Zaawansowane modele statystyczne w uczeniu maszynowym.						04BC_1A_W02	
• Rozwiązania informatyczne stosowane w uczeniu algorytmów AI.						04BC_1A_W08	
• Matematyczne aspekty uczenia maszynowego.						04BC_1A_W09	
• Narzędzia oraz infrastrukturę informatyczną związaną z zastosowaniem ML w biomedycynie.						04BC_1A_W13	
Umiejętności							
Potrafi						Kod KEU	
• Argumentować aspekty etyczne zastosowania ML w biomedycynie.						04BC_1A_U05	
• Projektować narzędzia sztucznej inteligencji w zastosowaniach biomedycznych.						04BC_1A_U10	
• Opracowywać dokumentację techniczną narzędzi ML.						04BC_1A_U14	
Kompetencje społeczne							
Jest gotów do						Kod KEU	
• Stosowania zasad etyki zawodowej w zakresie uczenia algorytmów ML.						04BC_1A_K02	
• Przeprowadzania obiektywnej samooceny wyników dopasowania algorytmów ML.						04BC_1A_K03	
• Krytycznego podejścia do otrzymywanych wyników dopasowania algorytmów ML.						04BC_1A_K06	
D. Treści programowe							
Zaprezentowany zostanie materiał dotyczący metod budowania algorytmów uczenia maszynowego, w tym technik takich jak <i>bagging</i> i <i>boosting</i> . Omówione zostaną metody analizy skupień, w szczególności te wykorzystywane w ensemble learning oraz unikalne cechy modeli uczenia maszynowego wraz z metodami ich trenowania. Uczestnicy poznają kluczowe metody klasyfikacji, takie jak analiza dyskryminacyjna (LDA), drzewa							

decyzyjne oraz maszyny wektorów nośnych (SVM). Przedstawione zostaną także zasady działania algorytmu EM (Expectation-Maximization) oraz jego zastosowania w analizie danych. Omówione zostaną algorytmy redukcji wymiaru, ze szczególnym uwzględnieniem potrzeby definiowania odpowiednich miar podobieństwa. Dodatkowo uczestnicy poznają metody estymacji pokrycia przez próbę, istotne w analizie reprezentatywności danych w kontekście uczenia maszynowego. Podczas zajęć uczestnicy nauczą się dobierać odpowiednie modele uczenia maszynowego (ML) do konkretnego problemu badawczego oraz wybierać optymalne metody uczenia modelu i metryki oceny jego jakości. Zdobędą praktyczne umiejętności wizualizacji wyników modelowania, umożliwiające przejrzystą prezentację wyników. Uczestnicy nauczą się, jak wybierać cechy, aby zwiększyć przejrzystość i skuteczność modeli uczenia maszynowego, oraz kiedy i jak stosować redukcję wymiaru w celu poprawy ich działania. Poznają również metody wykrywania przeuczenia i wyników fałszywie pozytywnych, co umożliwi bardziej świadomą interpretację i optymalizację modeli

31b Wprowadzenie do nierelacyjnych baz danych

Nazwa przedmiotu:	Wprowadzenie do nierelacyjnych baz danych		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	3	5	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	3		
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Wykłady, ćwiczenia laboratoryjne		13 + 13	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Celem przedmiotu jest przekazanie podstawowej wiedzy pozwalającej na ocenę czy dla problemu, przed którym staje słuchacz, baza NoSQL może być dobrym wyborem, a jeśli tak, to jaką technologię wybrać.			
B. Wymagania wstępne			
Znajomość podstaw relacyjnych baz danych. Znajomość jednego z języków programowania: Java, Python, JavaScript.			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
• Algorytmy informatyczne stosowane do strukturyzowania danych w tym danych biologicznych i biomedycznych.			04BC_1A_W02
• Rozwiązania informatyczne stosowane w nierelacyjnych bazach danych.			04BC_1A_W08
• Algorytmiczne aspekty budowania nierelacyjnych baz danych w analizie biomedycznej i biologicznej.			04BC_1A_W09
• Narzędzia oraz infrastrukturę informatyczną związaną z zastosowaniem nierelacyjnych baz danych.			04BC_1A_W13
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
• Weryfikować, oceniać i argumentować aspekty etyczne zastosowania nierelacyjnych baz danych.			04BC_1A_U05
• Projektować i implementować systemy bazodanowe oparte na nierelacyjnych bazach danych oraz odpowiednio dobierać narzędzia do ich obsługi.			04BC_1A_U10
• Opracowywać dokumentację techniczną projektów związanych z wykorzystaniem nierelacyjnych baz danych.			04BC_1A_U14
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU
• Stosowania zasad etyki zawodowej w zakresie budowania nierelacyjnych baz danych.			04BC_1A_K02
• Przeprowadzania obiektywnej samooceny własnej pracy w zakresie budowania baz danych.			04BC_1A_K03
• Rekomendowania metod weryfikacji jakości danych w nierelacyjnych bazach danych.			04BC_1A_K06
D. Treści programowe			

W ramach przedmiotu przedstawione zostaną przyczyny powstania baz NoSQL oraz ich porównanie z bazami relacyjnymi. Przeprowadzona zostanie charakterystyka typów baz NoSQL. Zaprezentowane zostaną narzędzia niezbędne do obsługi baz NoSQL.

32 Seminarium inżynierskie I

Nazwa przedmiotu:		Seminarium inżynierskie I	
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	3	5	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	6		
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
ćwiczenia audytoryjne		39	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Celem przedmiotu jest przygotowanie studentów do realizacji projektu inżynierskiego poprzez rozwijanie umiejętności analizy problemów inżynierskich, planowania rozwiązań oraz opracowywania dokumentacji projektowej i technicznej. W ramach zajęć studenci zapoznają się z zasadami tworzenia specyfikacji technicznej, planowania wdrożenia rozwiązań oraz analizowania możliwości zastosowania odpowiednich narzędzi i technologii.			
B. Wymagania wstępne			
Podstawowa znajomość programowania; Podstawowa wiedza z zakresu zastosowania sztucznej inteligencji w biomedycynie			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
Możliwości techniczne i etyczne zastosowania zaawansowanych umiejętności cyfrowych w badaniach biomedycznych.			04BC_1A_W15
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
Pozyskiwać, przetwarzać, integrować oraz analizować dane biologiczne i biomedyczne z różnych źródeł, stosując standardy jakości i interoperacyjności.			04BC_1A_U02
Przeprowadzać eksperymenty praktyczne (pomiar i symulacje), interpretować uzyskane wyniki.			04BC_1A_U04
Argumentować aspekty systemowe zastosowania algorytmów sztucznej inteligencji w biologii i biomedycynie.			04BC_1A_U05
Tworzyć opracowania pisemne dotyczące wykorzystania zaawansowanych umiejętności cyfrowych w biomedycynie.			04BC_1A_U06
Przygotowywać opracowania pisemne i ustne do opracowanego rozwiązania cyfrowego w języku polskim i obcym nowożytnym na poziomie B2.			04BC_1A_U07
Wykorzystywać wnioskowanie statystyczne w zastosowaniach praktycznych.			04BC_1A_U08
Projektować oraz wdrażać narzędzia ML w biomedycynie.			04BC_1A_U10
Wykorzystywać narzędzia informatyczne analizy danych naukowych.			04BC_1A_U012
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU
Uzasadnienia roli nauk biologicznych w medycynie i badaniach środowiskowych.			04BC_1A_K01
Przestrzegania zasad etyki związanej z zastosowaniem zaawansowanych technologii cyfrowych w biologii i biomedycynie.			04BC_1A_K07
D. Treści programowe			
W ramach seminarium inżynierskiego studenci będą mieli możliwość wyboru jednej z czterech ścieżek wykonania projektu:			
1. Zaplanowanie eksperymentu biomedycznego z identyfikacją istotnego problemu badawczego a następnie przeprowadzenie analizy całości eksperymentu badawczego z użyciem macierzy CIMIT.			
2. Identyfikacja istotnych luk w wiedzy oraz badaniach na podstawie przeglądu systematycznego lub metaanalizy z uwzględnieniem propozycji jak powinno wyglądać uzupełnienie tych luk.			

3. Identyfikacja istniejących danych w określonym problemie badawczym, reanaliza tych danych z użyciem algorytmów uczenia maszynowego w celu zwiększenia wpływu planowanych kolejnych badań.
4. Określenie potrzeby wytworzenia nowego rozwiązania AI oraz opracowanie planu badawczego a także Proof of Concept dla danego rozwiązania.

33 Metody ankietowania w badaniach biomedycznych

Nazwa przedmiotu:				Metody ankietowania w badaniach biomedycznych			
Kod przedmiotu:		Rok studiów:		Semestr:		Język:	
		3		5		polski	
Forma prowadzenia zajęć:		stacjonarna					
Punkty ECTS:		4					
Forma zaliczenia przedmiotu:		zaliczenie					
Forma zajęć				Liczba godzin			
ćwiczenia audytoryjne				26			
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu							
Kurs dotyczący metod planowania badań ankietowych ma na celu nauczenie uczestników, jak skutecznie projektować, przeprowadzać i analizować badania oparte na ankietach. Obejmuje zasady doboru próby, konstruowania kwestionariuszy, unikania błędów pomiarowych oraz stosowania odpowiednich metod statystycznych do analizy danych.							
B. Wymagania wstępne							
Podstawowa znajomość matematyki i informatyki na poziomie szkoły średniej.							
C. Efekty uczenia się							
Wiedza							
Zna i rozumie						Kod KEU	
• Zaawansowane modele statystyczne w zastosowaniu do analizy danych ankietowych.						04BC_1A_W02	
• Pojęcia rachunku prawdopodobieństwa, statystyki opisowej w analizie danych ankietowych.						04BC_1A_W06	
• Rozwiązania informatyczne oraz pakiety oprogramowania do analizy danych ankietowych.						04BC_1A_W08	
• Uwarunkowania prawne, etyczne i organizacyjne dotyczące pozyskiwania, ankiet.						04BC_1A_W12	
• Zasady bankowania cyfrowego danych ankietowych.						04BC_1A_W14	
Umiejętności							
Potrafi						Kod KEU	
• Planować, projektować i przeprowadzać badania ankietowe.						04BC_1A_U04	
• Tworzyć opracowania pisemne dotyczące zagadnień związanych z planowaniem, projektowaniem i przeprowadzeniem eksperymentu związanego z przeprowadzeniem ankiety.						04BC_1A_U06	
• Przygotowywać opracowania pisemne i ustne wybranego problemu z zakresu badań ankietowych w języku polskim i obcym nowożytnym na poziomie B2.						04BC_1A_U07	
• Wykorzystywać narzędzia informatyczne do analizy danych naukowych ankietowych.						04BC_1A_U12	
• Konfigurować technologie do rozwiązywania wybranych zadań praktycznych z zakresu analizy danych ankietowych.						04BC_1A_U13	
Kompetencje społeczne							
Jest gotów do						Kod KEU	
• Przeprowadzania obiektywnej samooceny przygotowanej ankiety.						04BC_1A_K03	
• Przestrzegania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratoriach i środowisku pracy.						04BC_1A_K04	
D. Treści programowe							
W ramach zajęć studenci poznają istotne elementy planowania badania ankietowego: określenie celu badania – jakie informacje chcemy uzyskać i do jakich wniosków mają one doprowadzić; dobranie odpowiedniej grupy respondentów; reprezentatywność próby; sprawdzanie losowości próby. Poznają elementy dobrze skonstruowanego kwestionariusza: precyzyjne pytanie niesugerujące odpowiedzi; odpowiedni dobór skali odpowiedzi; odpowiednia struktura ankiety. Uczestnicy poznają też kwestie etyczne i prawne, takie jak zapewnienie anonimowości oraz uzyskanie zgody respondentów na udział w badaniu. W ramach zajęć							

uczestnicy zdobędą praktyczne umiejętności analizy danych ankietowych i statystycznego badania różnic między grupami respondentów. Uczestnicy będą poszukiwać wzorców zachowań w danych poprzez analizę reguł asocjacyjnych oraz podstawy modelowania współzależności między zmiennymi. Przećwiczą analizę drzew klasyfikacyjnych (CART) oraz zastosowanie modeli logitowych i probitowych w badaniach ankietowych. Omówiona zostanie także analiza współzależności zmiennych jakościowych, w tym rodzaje współzależności w tabelach wielodzzielczych oraz analiza log-liniowa.

34 Badania omiczne i asocjacyjne

Nazwa przedmiotu:	Badania omiczne i asocjacyjne		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	3	5	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	3		
Forma zaliczenia przedmiotu:	Egzamin		
Forma zajęć		Liczba godzin	
ćwiczenia audytoryjne		13	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Przedmiot ma na celu zapoznanie uczestników z metodami identyfikacji wariantów genetycznych związanych z cechami fenotypowymi i chorobami. Obejmuje podstawy statystyki genomowej, projektowanie badań asocjacyjnych, analizę dużych zbiorów danych oraz interpretację wyników. Uczestnicy uczą się także o potencjalnych błędach, pułapkach i ograniczeniach GWAS oraz o wykorzystaniu tych badań w medycynie i biologii populacyjnej.			
B. Wymagania wstępne			
Rachunek prawdopodobieństwa, podstawy genetyki			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
• Złożone zjawiska biologiczne związane z dziedziczeniem cech.			04BC_1A_W01
• Zaawansowane modele statystyczne w genomice.			04BC_1A_W02
• Rozwiązania informatyczne do analizy asocjacyjnej danych molekularnych z obserwowanym fenotypem.			04BC_1A_W08
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
• Projektować, implementować i testować metody eksploracji danych omicznych.			04BC_1A_U01
• Stosować narzędzia i pakiety oprogramowania do analiz asocjacyjnych.			04BC_1A_U09
• Stosować techniki oraz narzędzia badawcze współczesnej biologii w badaniach omicznych.			04BC_1A_U11
• Wykorzystywać narzędzia informatyczne do integracji danych z badań asocjacyjnych.			04BC_1A_U12
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU
• Przeprowadzania obiektywnej samooceny uzyskanych wyników badań asocjacyjnych.			04BC_1A_K03
• Krytycznego podejścia do otrzymywanych istniejących wyników badań omicznych.			04BC_1A_K06
D. Treści programowe			
Podstawowe pojęcia i technologie stosowane w badaniach omicznych i asocjacyjnych. Typy danych omicznych: genomowe, transkryptomowe i epigenetyczne oraz techniki ich uzyskiwania, takie jak DNA-seq, RNA-seq i macierze metylacyjne. Projektowanie badań asocjacyjnych genotyp-fenotyp (GWAS), kontrola jakości danych, analiza i wizualizacja wyników. Analiza danych genotypowych, transkryptomowych i epigenetycznych z wykorzystaniem narzędzi bioinformatycznych (PLINK, R/Bioconductor, DESeq2, EdgeR, GGPLOT, Bumhunter). Interpretacja wyników analiz różnicowej ekspresji genów i metylacji DNA, przygotowanie projektu badawczego opartego na danych omicznych.			

35 Programowanie baz danych medycznych

Nazwa przedmiotu:		Programowanie baz danych medycznych					
--------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	3	5	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	3		
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
ćwiczenia audytoryjne		13	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów ze standardami wymiany danych medycznych, takimi jak OMOP i HL7, oraz zasadami tworzenia i funkcjonowania baz danych. Studenci nauczą się projektowania struktury bazy danych, tworzenia zapytań (kwerend) oraz pozyskiwania i analizy danych z baz przy użyciu języków programowania Python i R.			
B. Wymagania wstępne			
Znajomość biologii, matematyki i informatyki zgodnie z podstawą programową kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego, technikum oraz branżowej szkoły II stopnia, zakres podstawowy. Podstawowe umiejętności programowania			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
• Struktury danych wykorzystywanych w analizie danych biomedycznych.			04BC_1A_W07
• Uwarunkowania prawne, etyczne i organizacyjne dotyczące standardów danych biomedycznych.			04BC_1A_W12
• Zasady zarządzania danymi i kontroli ich jakości.			04BC_1A_W13
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
• Pozyskiwać, przetwarzać, integrować oraz analizować dane w określonych standardach i ontologiach.			04BC_1A_U02
• Przetwarzać informacje zgodnie z zasadami zarządzania danymi w biomedycynie cyfrowej.			04BC_1A_U03
• Stosować narzędzia i pakiety oprogramowania do standaryzacji danych biomedycznych.			04BC_1A_U09
• Wdrażać systemy bazodanowe do rozwiązywania konkretnych problemów badawczych.			04BC_1A_U10
• Wykorzystywać narzędzia informatyczne do sporządzania raportów technicznych baz danych biomedycznych.			04BC_1A_U12
• Konfigurować, porównywać i testować technologie bazodanowe w biomedycynie.			04BC_1A_U13
• Opracowywać dokumentację techniczną projektów baz danych medycznych.			04BC_1A_U14
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU
• Przestrzegania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy w środowisku pracy.			04BC_1A_K04
• Aktualizowania wiedzy z zakresu nauk humanistycznych i społecznych w celu integracji danych z różnych źródeł.			04BC_1A_K05
• Krytycznego podejścia do otrzymywanych informacji i sprawdzania poprawności danych w określonych standardach.			04BC_1A_K06
D. Treści programowe			
Podczas zajęć zaprezentowany zostanie materiał dotyczący zasad funkcjonowania baz danych relacyjnych oraz noSQL. Omówione zostaną podstawowe struktury baz danych SQL oraz język kwerend SQL, umożliwiający efektywne zarządzanie i analizę danych. Uczestnicy poznają również standardy wykorzystywane w interoperacyjności systemów ochrony zdrowia, takie jak OMOP, HL7 i i2b2, oraz ich zastosowanie w integracji i wymianie danych medycznych. Przedstawione zostaną przepływy danych w ekosystemie ochrony zdrowia, uwzględniające aspekty bezpieczeństwa, zarządzania oraz wymiany informacji. Dodatkowo zaprezentowane zostaną przykłady dobrze funkcjonujących konsorcjów współdzielących dane medyczne, co pozwoli uczestnikom zrozumieć praktyczne aspekty wykorzystania baz danych w medycynie i badaniach klinicznych. Uczestnicy zdobędą praktyczne umiejętności w zakresie pracy z bazami danych. Nauczą się rozróżniać różne typy baz danych, w tym relacyjne, NoSQL i grafowe, oraz dobierać odpowiedni typ bazy danych do konkretnego problemu analitycznego. Uczestnicy przećwiczą tworzenie struktur baz danych.			

definiowanie tabel i relacji oraz optymalizację schematu danych pod kątem wydajności i zastosowania. W ramach zajęć uczestnicy nauczą się także tworzyć kwerendy SQL, pozwalające na efektywne wyszukiwanie, filtrowanie i manipulowanie danymi. Omówione zostaną sposoby integracji baz danych z językami programowania Python i R, co umożliwi ich praktyczne wykorzystanie w analizie danych. Uczestnicy przećwiczą zapytania do baz danych z poziomu tych języków, co pozwoli im na automatyzację przetwarzania danych i wykorzystanie ich w analizach statystycznych oraz uczeniu maszynowym.

III rok, 6 semestr

36 Etyka AI

Nazwa przedmiotu:				Etyka AI			
Kod przedmiotu:		Rok studiów:		Semestr:		Język:	
		3		6		polski	
Forma prowadzenia zajęć:		stacjonarna					
Punkty ECTS:		2					
Forma zaliczenia przedmiotu:		Egzamin					
Forma zajęć				Liczba godzin			
Wykłady				26			
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu							
Kurs dotyczy kluczowych wyzwań etycznych związanych z AI, ze szczególnym uwzględnieniem biomedycyny. Studenci poznają zasady etyki technologicznej, kwestie przejrzystości algorytmów, prywatności danych i bezpieczeństwa systemów AI. Analizowane będą przypadki algorytmicznych uprzedzeń oraz strategię ich minimalizowania. Poruszone zostaną także zagadnienia odpowiedzialności prawnej i moralnej za decyzje podejmowane przez AI oraz rola projektantów i użytkowników w kształtowaniu etycznych technologii.							
B. Wymagania wstępne							
Podstawowa znajomość zagadnień związanych z AI i technologiami informatycznymi. Umiejętność analitycznego i krytycznego myślenia. Chęć pracy z interdyscyplinarnymi problemami na styku technologii i społeczeństwa.							
C. Efekty uczenia się							
Wiedza							
Zna i rozumie						Kod KEU	
- Uwarunkowania prawne, etyczne i organizacyjne dotyczące pozyskiwania, przetwarzania i udostępniania danych cyfrowych w biomedycynie. - Zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego, a także zasady etyczne stosowania algorytmów sztucznej inteligencji w ochronie zdrowia i analizie biomedycznej.						04BC_1A_W12	
Umiejętności							
Potrafi						Kod KEU	
Weryfikować, oceniać i argumentować aspekty etyczne oraz systemowe zastosowania algorytmów sztucznej inteligencji w biologii i biomedycynie z uwzględnieniem regulacji prawnych i norm technicznych.						04BC_1A_U05	
Kompetencje społeczne							
Jest gotów do						Kod KEU	
- Uzasadnienia rolę nauk biologicznych w medycynie. - Zaangażowania się w działania upowszechniające wiedzę w zakresie zastosowań tych nauk w rozwiązaniach praktycznych.						04BC_1A_K01	
Przeprowadzania obiektywnej samooceny własnej pracy w aspekcie etyki AI.						04BC_1A_K03	
Przestrzegania zasad etyki związanej z zastosowaniem sztucznej inteligencji w ochronie zdrowia.						04BC_1A_K07	
D. Treści programowe							
Omówienie norm i wartości regulujących wykorzystanie sztucznej inteligencji w medycynie i biologii, z uwzględnieniem aspektów moralnych, prawnych i społecznych. Przegląd możliwości zastosowania AI w diagnostyce, leczeniu, zarządzaniu danymi pacjentów i biomedycynie. Analiza kluczowych wyzwań etycznych związanych z AI, takich jak prywatność i bezpieczeństwo danych, przejrzystość algorytmów,							

odpowiedzialność, dostępność i sprawiedliwość, a także autonomia pacjenta. Dyskusja nad praktycznymi konsekwencjami wykorzystania AI w kontekście etycznym i prawnym.

37 System zarządzania jakością w naukach biologicznych

Nazwa przedmiotu:				System zarządzania jakością w naukach biologicznych			
Kod przedmiotu:		Rok studiów:		Semestr:		Język:	
		3		6		polski	
Forma prowadzenia zajęć:		stacjonarna					
Punkty ECTS:		2					
Forma zaliczenia przedmiotu:		zaliczenie					
Forma zajęć				Liczba godzin			
ćwiczenia audytoryjne, ćwiczenia laboratoryjne				13 + 13			
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu							
Celem wykładów i ćwiczeń jest przekazanie studentom wiedzy teoretycznej oraz umiejętności praktycznych w zakresie zarządzania jakością dotyczącego materiału biologicznego i powiązanych z nim danych. Program obejmuje analizę zagadnień związanych z planowaniem, wdrażaniem, weryfikacją oraz doskonaleniem procesów, ze szczególnym uwzględnieniem zastosowania narzędzi zarządzania jakością w praktyce.							
B. Wymagania wstępne							
Podstawowa wiedza z biologii, chemii oraz analizy danych genetycznych. Znajomość zagrożeń wynikających z pracy z materiałem biologicznym (BHP). Umiejętność precyzyjnego formułowania myśli i opinii. Umiejętność myślenia przyczynowo-skutkowego, analizowania i syntetyzowania informacji.							
C. Efekty uczenia się							
Wiedza							
Zna i rozumie						Kod KEU	
• Pojęcia rachunku prawdopodobieństwa, statystyki opisowej w kontroli jakości danych.						04BC_1A_W06	
• Zasady zarządzania danymi w biobankach.						04BC_1A_W13	
• Zasady i metody biobankowania materiału biologicznego i biobankowania cyfrowego, oraz technologie cyfrowe z nimi związane.						04BC_1A_W14	
Umiejętności							
Potrafi						Kod KEU	
• Stosować standardy jakości i interoperacyjności danych w biobankach.						04BC_1A_U02	
• Tworzyć opracowania pisemne dotyczące zagadnień związanych kontrolą jakości danych i procesów.						04BC_1A_U06	
• Przygotowywać opracowania pisemne i ustne wybranego problemu z zakresu biobankowania w języku polskim i obcym nowożytnym na poziomie B2.						04BC_1A_U07	
• Konfigurować technologie zgodnie z obowiązującymi normami i standardami w badaniach biomedycznych.						04BC_1A_U13	
• Opracowywać dokumentację techniczną projektów zgodną z systemami zarządzania jakością.						04BC_1A_U14	
Kompetencje społeczne							
Jest gotów do						Kod KEU	
• Stosowania zasad etyki zawodowej w kontekście systemów zarządzania jakością.						04BC_1A_K02	
D. Treści programowe							
Zaprezentowany zostanie materiał dotyczący systemu zarządzania jakością, wraz z omówieniem podstawowych pojęć i elementów tego systemu. Uczestnicy poznają znaczenie oraz korzyści wynikające z wdrażania standardów, norm i systemów zarządzania, szczególnie w kontekście danych biologicznych. Przedstawione zostaną przepisy prawne oraz zasady etyczne związane z zarządzaniem jakością w badaniach naukowych i ochronie zdrowia. Omówione zostaną kluczowe koncepcje zarządzania jakością, takie jak myślenie oparte na ryzyku, podejście procesowe, cykl Plan-Do-Check-Act oraz siedem zasad zarządzania. Uczestnicy zapoznają się z wymaganiami normy ISO 9001:2015, w tym analizą ryzyka, identyfikacją niezgodności, działaniami korekcyjnymi i korygującymi, przeglądem zarządzania oraz audytem jakości. Przedstawione zostaną również rodzaje dokumentacji stosowane w organizacjach, w tym procedury, instrukcje, druki oraz akty prawne. Dodatkowo omówione zostaną kluczowe pojęcia i etapy projektowania eksperymentu naukowego, obejmujące określanie celu badania, kontrolę pozytywną i negatywną, analizę							

niezbędnych zasobów oraz identyfikację potencjalnych ryzyk wpływających na wyniki eksperymentu. Podczas zajęć uczestnicy nauczą się identyfikować korzyści wynikające z wdrożenia systemu zarządzania jakością oraz konsekwencje wynikające z niezgodności z obowiązującymi normami i standardami. Będą potrafili analizować procesy zachodzące w organizacji oraz stosować metody oceny i zapewnienia jakości zarówno w kontekście organizacyjnym, jak i w odniesieniu do próbek biologicznych oraz przetwarzanych danych. Uczestnicy zdobędą umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych, w tym norm i standardów jakości, a także nauczą się identyfikować, oceniać i zarządzać ryzykiem związanym z jakością materiałów biologicznych i danych, wykorzystując narzędzia takie jak macierze ryzyka. W ramach zajęć będą stosować metody analizy problemów, takie jak diagram Ishikawy oraz technikę 5W, które pozwalają na identyfikację przyczyn niezgodności i ich skuteczne eliminowanie. Dodatkowo uczestnicy przećwiczą przygotowanie dokumentacji audytowej oraz przeprowadzenie audytu wewnętrznego w organizacji. Opracują plan audytu, listę pytań kontrolnych oraz raport z audytu, a także przećwiczą prowadzenie spotkań otwierających i zamykających audyt oraz proces próbkowania. Na zakończenie zajęć samodzielnie lub w ramach zespołu badawczego zaplanują eksperyment naukowy, określając jego cel, kluczowe punkty kontrolne oraz uwzględniając kontrole pozytywne i negatywne w badaniach.

38a Wstęp do analizy obrazu

Nazwa przedmiotu:				Wstęp do analizy obrazu			
Kod przedmiotu:		Rok studiów:		Semestr:		Język:	
		3		6		polski	
Forma prowadzenia zajęć:		stacjonarna					
Punkty ECTS:		3					
Forma zaliczenia przedmiotu:		zaliczenie					
Forma zajęć				Liczba godzin			
Wykłady, ćwiczenia laboratoryjne				13 + 26			
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu							
Celem wykładów i ćwiczeń jest poznanie przez studentów podstaw analizy obrazów medycznych.							
B. Wymagania wstępne							
Umiejętność podstawowej obsługi komputera, znajomość podstaw języka R oraz podstaw statystyki opisowej.							
C. Efekty uczenia się							
Wiedza							
Zna i rozumie						Kod KEU	
• Algorytmy informatyczne stosowane do analizy obrazów biomedycznych.						04BC_1A_W02	
• Pakiety oprogramowania stosowane w analizie obrazowych.						04BC_1A_W08	
• Matematyczne podstawy modeli AI stosowanych w analizie obrazów.						04BC_1A_W09	
• Metody probabilistyczne w analizie obrazów biomedycznych.						04BC_1A_W10	
Umiejętności							
Potrafi						Kod KEU	
• Projektować, implementować i testować metody analizy obrazów biomedycznych.						04BC_1A_U01	
• Prowadzić kontrole jakości danych z obrazów biomedycznych.						04BC_1A_U02	
• Weryfikować, oceniać i argumentować aspekty etyczne związane z analizą obrazów biomedycznych.						04BC_1A_U05	
• Stosować narzędzia i pakiety oprogramowania do analiz obrazów biomedycznych.						04BC_1A_U09	
• Wykorzystywać narzędzia informatyczne do tworzenia oprogramowania oraz sporządzania raportów technicznych związanych z analizą obrazów biomedycznych.						04BC_1A_U12	
Kompetencje społeczne							
Jest gotów do						Kod KEU	
• Stosowania zasad etyki zawodowej w zakresie analizy obrazów biomedycznych.						04BC_1A_K02	
• Przeprowadzania obiektywnej samooceny jakości uzyskanych wyników z analizy obrazów biomedycznych.						04BC_1A_K03	
• Aktualizowania wiedzy z zakresu nauk społecznych w celu odpowiedniej interpretacji wyników analizy obrazów biomedycznych.						04BC_1A_K05	
• Przestrzegania zasad etyki związanej z zastosowaniem sztucznej inteligencji w ochronie zdrowia.						04BC_1A_K07	

D. Treści programowe

Podczas zajęć zaprezentowany zostanie materiał dotyczący podstawowych zadań w analizie obrazów medycznych, takich jak segmentacja i klasyfikacja. Omówiona zostanie reprezentacja obrazów medycznych w różnych skalach oraz podstawowe metody ich normalizacji, niezbędne do poprawy jakości danych wejściowych w analizie komputerowej. Uczestnicy poznają jedno- i wielowymiarowe metody segmentacji obrazów oraz ich zastosowanie w praktyce klinicznej i badawczej. Przedstawione zostanie również pojęcie autoencodera jako jednej z technik uczenia nienadzorowanego stosowanej w analizie obrazów medycznych. Dodatkowo omówione zostaną metody klasyfikacji obrazów wykorzystujące głębokie uczenie, w tym sieci neuronowe stosowane w diagnostyce obrazowej. Uczestnicy zdobędą praktyczne umiejętności w zakresie analizy obrazów medycznych przy użyciu języka Python. Nauczą się obsługi podstawowych narzędzi wykorzystywanych do przetwarzania i analizy danych obrazowych oraz poznają metody przygotowania obrazów do analizy, w tym normalizację i usuwanie artefaktów. Uczestnicy przećwiczą segmentację obrazów medycznych, stosując jedno- i wielowymiarowe metody podziału struktur anatomicznych. Poznają zastosowanie autoencoderów do zanurzenia danych oraz ich rolę w redukcji wymiarowości i ekstrakcji istotnych cech z obrazów medycznych. Dodatkowo zdobędą umiejętność implementacji podstawowych algorytmów klasyfikacji, takich jak ResNet, co umożliwi im praktyczne wykorzystanie sieci neuronowych w analizie obrazowej.

38b Wstęp do analizy języka naturalnego

Wstęp do analizy języka naturalnego			
Nazwa przedmiotu:	Wstęp do analizy języka naturalnego		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	3	6	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	3		
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Wykłady, ćwiczenia laboratoryjne		13 + 26	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Celem wykładów i ćwiczeń jest poznanie przez studentów podstaw analizy języka naturalnego.			
B. Wymagania wstępne			
Umiejętność podstawowej obsługi komputera, znajomość podstaw języka R oraz podstaw statystyki opisowej.			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
• Algorytmy informatyczne stosowane do analizy tekstów medycznych.			04BC_1A_W02
• Pakiety oprogramowania stosowane w analizie danych tekstowych.			04BC_1A_W08
• Matematyczne podstawy modeli AI stosowanych w analizie języka naturalnego.			04BC_1A_W09
• Metody probabilistyczne w analizie tekstów medycznych.			04BC_1A_W10
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
• Projektować, implementować i testować metody analizy tekstów biomedycznych.			04BC_1A_U01
• Prowadzić kontrole jakości danych z tekstów biomedycznych.			04BC_1A_U02
• Weryfikować, oceniać i argumentować aspekty etyczne związane z analizą tekstów biomedycznych.			04BC_1A_U05
• Stosować narzędzia i pakiety oprogramowania do analiz tekstów biomedycznych.			04BC_1A_U09
• Wykorzystywać narzędzia informatyczne do tworzenia oprogramowania oraz sporządzania raportów technicznych związanych z analizą tekstów biomedycznych.			04BC_1A_U12
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU
• Stosowania zasad etyki zawodowej w zakresie analizy tekstów biomedycznych.			04BC_1A_K02
• Przeprowadzania obiektywnej samooceny jakości uzyskanych wyników z analizy tekstów biomedycznych.			04BC_1A_K03
• Aktualizowania wiedzy z zakresu nauk społecznych w celu odpowiedniego zaprojektowania narzędzi do analizy tekstów biomedycznych.			04BC_1A_K05

Przestrzegania zasad etyki związanej z zastosowaniem sztucznej inteligencji w ochronie zdrowia.	04BC_1A_K07
D. Treści programowe	
Podczas zajęć zaprezentowany zostanie materiał dotyczący reprezentacji języka naturalnego w algorytmach sztucznej inteligencji. Omówione zostaną klasyczne podejścia do analizy języka naturalnego, takie jak bag of words, k-ony oraz modele oparte na warunkowych polach losowych (CRF). Uczestnicy poznają podstawowe metody zanurzenia danych tekstowych, wykorzystywane w modelowaniu z użyciem AI, umożliwiające efektywną reprezentację semantyczną tekstu. Przedstawiona zostanie również budowa autoencoderów i ich zastosowanie w przetwarzaniu języka naturalnego, w tym w redukcji wymiarowości oraz generowaniu nowych reprezentacji danych. Dodatkowo omówione zostaną kluczowe modele i architektury stosowane w generatywnej sztucznej inteligencji, wykorzystywane w zadaniach takich jak tłumaczenie maszynowe, generowanie tekstu oraz synteza języka naturalnego. Uczestnicy zdobędą praktyczne umiejętności implementacji i wykorzystania podstawowych metod statystycznych do analizy języka naturalnego. Nauczą się stosować różne techniki reprezentacji danych tekstowych, w tym popularny model word2vec. W ramach zajęć uczestnicy przećwiczą analizę języka naturalnego przy użyciu biblioteki NLTK, co pozwoli im na przetwarzanie tekstu, tokenizację, lematyzację oraz analizę składniową i semantyczną. Nauczą się również zanurzać dane tekstowe i przygotowywać je do dalszej analizy z wykorzystaniem algorytmów sztucznej inteligencji. Dodatkowo uczestnicy zaimplementują autoencoder i poznają jego zastosowanie w redukcji wymiarowości oraz ekstrakcji cech z tekstu. Przećwiczą również proces douczania modeli transformerowych oraz ich wykorzystanie w bazach wektorowych, co pozwoli na efektywne modelowanie języka naturalnego i realizację zaawansowanych zadań AI, takich jak klasyfikacja, generowanie oraz analiza tekstu.	

39a Bezpieczeństwo danych

Bezpieczeństwo danych			
Nazwa przedmiotu:	Bezpieczeństwo danych		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	3	6	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	3		
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
ćwiczenia laboratoryjne		26	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Celem przedmiotu będzie przedstawienie polskich, europejskich i wybranych światowych regulacji dotyczących przetwarzania i ochrony danych, w tym danych osobowych, w medycynie i badaniach naukowych. Przedstawione zostaną podstawowe pojęcia związane z bezpieczeństwem informacji, zasady analizy ryzyka oraz oceny wpływu przetwarzania danych na prywatność (PIA). Omówione zostaną również normy prawne regulujące przetwarzanie danych oraz mechanizmy podnoszenia bezpieczeństwa informacji.			
B. Wymagania wstępne			
Znajomość biologii, matematyki i informatyki zgodnie z podstawą programową kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego, technikum oraz branżowej szkoły II stopnia, zakres podstawowy. Podstawowe umiejętności programowania i obsługi baz danych			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
• Struktury danych wykorzystywanych w analizie danych biomedycznych.			04BC_1A_W07
• Uwarunkowania prawne i etyczne dotyczące pozyskiwania, przetwarzania i udostępniania danych cyfrowych w biomedycynie.			04BC_1A_W12
• Narzędzia oraz infrastrukturę informatyczną związaną z zarządzaniem danymi.			04BC_1A_W13
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
• Integrować dane z różnych źródeł, stosując standardy jakości i interoperacyjności.			04BC_1A_U2
• Weryfikować, oceniać i argumentować aspekty etyczne oraz systemowe zastosowania algorytmów anonimizacji danych.			04BC_1A_U05
• Projektować systemy bazodanowe w oparciu o standardy bezpieczeństwa.			04BC_1A_U10

Kompetencje społeczne	
Jest gotów do	Kod KEU
• Stosowania zasad etyki zawodowej związanej z bezpieczeństwem danych.	04BC_1A_K02
• Przestrzegania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy w środowisku pracy.	04BC_1A_K04
• Aktualizowania wiedzy z zakresu nauk społecznych w celu określenia możliwości zastosowania konkretnych metod zapewnienia bezpieczeństwa danych.	04BC_1A_K05
D. Treści programowe	
Bezpieczeństwo przetwarzania danych w medycynie i badaniach naukowych. Wybrane akty prawne regulujące bezpieczeństwo informacji w Polsce, Europie i na świecie. Podstawowe pojęcia i definicje związane z ochroną danych. Mechanizmy zabezpieczeń danych, takie jak szyfrowanie, anonimizacja, kontrola dostępu. Zasady działania Internetu Rzeczy (IoT) oraz jego zastosowania w medycynie i biologii. Dobre praktyki w zakresie zabezpieczeń IoT, w tym ochrona danych i infrastruktury przed atakami cybernetycznymi. Identyfikacja ryzyk związanych z przetwarzaniem danych i mechanizmy ich minimalizacji. Przegląd przypadków wykorzystania danych medycznych w badaniach naukowych. Przykłady europejskich regulacji prawnych dotyczących ochrony i przetwarzania danych medycznych zgodnie z obowiązującymi standardami.	

39b Blockchain

Nazwa przedmiotu: Blockchain	
Kod przedmiotu: Rok studiów:	
	3
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna
Punkty ECTS:	3
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie
Forma zajęć	
ćwiczenia laboratoryjne	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu	
Celem przedmiotu jest wprowadzenie do technologii blockchain. Słuchacze poznają teoretyczne podstawy jej funkcjonowania wraz z przykładami wybranych zastosowań.	
B. Wymagania wstępne	
Umiejętność programowania (preferowany język: Python).	
C. Efekty uczenia się	
Wiedza	
Zna i rozumie	Kod KEU
• Struktury danych wykorzystywanych w analizie danych biomedycznych.	04BC_1A_W07
• Uwarunkowania prawne i etyczne dotyczące pozyskiwania, przetwarzania i udostępniania danych cyfrowych w biomedycynie.	04BC_1A_W12
• Narzędzia oraz infrastrukturę informatyczną związaną z zarządzaniem danymi.	04BC_1A_W13
Umiejętności	
Potrafi	Kod KEU
• Integrować dane z różnych źródeł, stosując standardy jakości i interoperacyjności.	04BC_1A_U02
• Weryfikować, oceniać i argumentować aspekty etyczne oraz systemowe zastosowania algorytmów anonimizacji danych.	04BC_1A_U05
• Projektować systemy bazodanowe w oparciu o standardy bezpieczeństwa.	04BC_1A_U10
Kompetencje społeczne	
Jest gotów do	Kod KEU
• Stosowania zasad etyki zawodowej związanej z bezpieczeństwem danych.	04BC_1A_K02
• Przestrzegania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy w środowisku pracy.	04BC_1A_K04
• Aktualizowania wiedzy z zakresu nauk społecznych w celu określenia możliwości zastosowania konkretnych metod zapewnienia bezpieczeństwa danych.	04BC_1A_K05
D. Treści programowe	

W ramach przedmiotu przedstawione zostaną zagadnienia związane z metodą blockchain. Zaprezentowane oraz wyjaśnione zostaną sposoby wykorzystania blockchain w wybranych zastosowaniach (w tym w biologii i biomedycynie). Przedstawiona zostanie praktyczna implementacja rozwiązań opartych o blockchain.

40 Filozofia

Nazwa przedmiotu:	Filozofia		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	3	6	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	2		
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Wykład		26	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Wprowadzenie do filozofii ze szczególnym uwzględnieniem aspektów filozofii przyrody.			
B. Wymagania wstępne			
Podstawowa zdolność do refleksji filozoficznej oraz ogólna wiedza o naukach przyrodniczych.			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
System pojęć umożliwiający refleksję nad zagadnieniami związanymi z zasadami etyki pracy zawodowej.			04BC_1A_W12
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
Weryfikować, oceniać i argumentować aspekty etyczne na gruncie różnych systemów filozoficznych.			04BC_1A_U05
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU
Aktualizowania wiedzy z zakresu nauk humanistycznych i społecznych oraz wykazywania otwartości na interdyscyplinarne podejście do realizowanych zadań.			04BC_1A_K05
Przestrzegania zasad etyki w pracy zawodowej.			04BC_1A_K07
D. Treści programowe			
Podstawowe pytania i stanowiska filozoficzne w kontekście klasycznych i współczesnych problemów. Filozofia jako specyficzny fenomen kultury europejskiej, relacja filozofii do nauki oraz znaczenie filozofii dla specjalisty. Problematyka początków filozofii przyrody w starożytnej Grecji, pytania o naturę rzeczywistości i pierwotną zasadę bytu. Zagadnienia etyczne dotyczące źródeł i uzasadnienia moralności, relacji między instynktem a etyką. Rozważania ontologiczne o istnieniu, znaczeniu bytu, istnieniu gatunków i ich statusie ontologicznym. Problemy związane z poznaniem: różnice między wiedzą potoczną a naukową, klasyczna koncepcja prawdy, teoria odbicia oraz znaczenie „przewrotu kopernikańskiego” Kanta dla współczesnej epistemologii. Zagadnienia relacji Bóg–człowiek–przyroda w filozofii greckiej i chrześcijańskiej, w tym pytanie o możliwość filozofii chrześcijańskiej, koncepcje Boga, człowieka i istoty żywej w obu tradycjach. Refleksja nad miejscem człowieka w erze sztucznej inteligencji i związane z tym wyzwania filozoficzne.			

41 Analiza funkcjonalna w genomie-postgwas

Nazwa przedmiotu:	Analiza funkcjonalna w genomie-postgwas		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	3	6	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	3		
Forma zaliczenia przedmiotu:	Egzamin		
Forma zajęć		Liczba godzin	
ćwiczenia audytoryjne, ćwiczenia laboratoryjne		13 +26	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			

Przedmiot koncentruje się na analizie i zrozumieniu wyników asocjacji genotypowo-fenotypowych. Uczestnicy uczą się, jak oceniać istotność statystyczną, eliminować błędy i artefakty oraz interpretować związki genetyczne w kontekście biologicznym i klinicznym. Zajęcia obejmują także zastosowanie narzędzi bioinformatycznych, funkcjonalne znaczenie wykrytych wariantów oraz ograniczenia i wyzwania związane z badaniami GWAS.	
B. Wymagania wstępne	
Znajomość zaawansowanych zagadnień z zakresu genetyki, prowadzenia badań omicznych i asocjacyjnych.	
C. Efekty uczenia się	
Wiedza	
Zna i rozumie	Kod KEU
• Złożone zjawiska biologiczne w zastosowaniu do genomiki funkcjonalnej.	04BC_1A_W01
• Zaawansowane modele statystyczne do analizy danych z zakresu genomiki funkcjonalnej.	04BC_1A_W02
• Pakiety oprogramowania stosowane w analizie danych z zakresu genomiki funkcjonalnej.	04BC_1A_W08
Umiejętności	
Potrafi	Kod KEU
• Projektować, implementować i testować metody eksploracji danych z zakresu genomiki funkcjonalnej.	04BC_1A_U01
• Integrować dane z zakresu genomiki funkcjonalnej.	04BC_1A_U02
• Zdobywać, klasyfikować i przetwarzać informacje naukowe na temat funkcjonalności wariantów genetycznych.	04BC_1A_U03
• Stosować pakiety oprogramowania do analizy funkcjonalności wariantów genetycznych.	04BC_1A_U09
• Stosować techniki oraz narzędzia badawcze współczesnej biologii molekularnej w zadaniach genomiki funkcjonalnej.	04BC_1A_U11
• Wykorzystywać narzędzia informatyczne analizy danych naukowych z zakresu genomiki funkcjonalnej.	04BC_1A_U12
Kompetencje społeczne	
Jest gotów do	Kod KEU
• Uzasadnienia roli nauk biologicznych w genomice.	04BC_1A_K01
D. Treści programowe	
Podczas zajęć zaprezentowany zostanie materiał dotyczący technik analizy genomowej oraz ich zastosowaniu w badaniach populacyjnych i systemowych, ze szczególnym uwzględnieniem integracji wiedzy z zakresu biologii molekularnej, genomiki i bioinformatyki. Uczestnicy poznają metody wyszukiwania ontologii genów oraz ich zastosowanie w analizie funkcjonalnej i interpretacji biologicznej. Przedstawione zostaną także metody oceny funkcjonalności wariantów kodujących i niekodujących, a także narzędzia, takie jak PolyPhen, SIFT i ENCODE, które umożliwiają przewidywanie wpływu mutacji na funkcję białek i regulację genów. Omówione zostaną zagadnienia związane z haplotypowaniem, analizą bloków nierównowagi sprzężeń (LD) oraz markerami ancestry informative, które znajdują zastosowanie w badaniach genetycznych nad pochodzeniem i strukturą populacji. Uczestnicy zdobędą praktyczne umiejętności analizy funkcjonalnej wyników GWAS, wykorzystując dostępne narzędzia bioinformatyczne. Nauczą się interpretować wyniki analiz ścieżek sygnałowych oraz ontologii genów, co pozwoli im lepiej zrozumieć kontekst biologiczny odkrytych zależności. W trakcie zajęć uczestnicy przeprowadzą ocenę funkcjonalności wariantów genetycznych oraz identyfikację ich potencjalnych konsekwencji biologicznych. Poznają metody analizy TWAS, haplotypowania oraz badania regulatorowych elementów genomu, co umożliwi im kompleksowe podejście do analizy danych genomicznych.	

42 AI w biomedycynie

Nazwa przedmiotu:			
AI w biomedycynie			
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	3	6	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	6		
Forma zaliczenia przedmiotu:	Egzamin		

Forma zajęć	Liczba godzin
Wykłady, ćwiczenia laboratoryjne	13 + 26
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu	
Celem przedmiotu jest przedstawienie metod i modeli uczenia maszynowego wykorzystywanych do analizy danych biomedycznych, ze szczególnym uwzględnieniem specyfiki danych pochodzących z medycyny i biologii.	
B. Wymagania wstępne	
Znajomość biologii, matematyki i informatyki zgodnie z podstawą programową kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego, technikum oraz branżowej szkoły II stopnia, zakres podstawowy; podstawy programowania; podstawy rachunku prawdopodobieństwa	
C. Efekty uczenia się	
Wiedza	
Zna i rozumie	Kod KEU
• Zaawansowane modele statystyczne w zastosowaniach AI w zakresie biomedycyny.	04BC_1A_W02
• Rozwiązania informatyczne do poszukiwania biomarkerów.	04BC_1A_W08
• Metody ML w biomedycynie.	04BC_1A_W09
• Metody przybliżone do budowy modeli wieloskładnikowych.	04BC_1A_W10
• Narzędzia oraz infrastrukturę informatyczną związaną z zastosowaniem AI w biomedycynie.	04BC_1A_W13
• Możliwości biznesowe oraz aspekty prawne zastosowania AI w biomedycynie.	04BC_1A_W15
Umiejętności	
Potrafi	Kod KEU
• Projektować metody prognozowania w oparciu o AI.	04BC_1A_U01
• Integrować dane biologiczne i biomedyczne z użyciem AI.	04BC_1A_U02
• Zdobywać, klasyfikować i przetwarzać informacje naukowe z użyciem AI.	04BC_1A_U03
• Interpretować uzyskane wyniki oraz wyprowadzać wnioski dotyczące skuteczności rozwiązań AI w biomedycynie.	04BC_1A_U04
• Argumentować aspekty etyczne oraz systemowe zastosowania algorytmów sztucznej inteligencji w biologii i biomedycynie, uwzględniając regulacje prawne i normy techniczne.	04BC_1A_U05
• Wykorzystywać wnioskowanie statystyczne oraz probabilistyczne w projektowaniu narzędzi AI.	04BC_1A_U08
• Stosować narzędzia i pakiety oprogramowania do odpowiedniego zaprojektowania algorytmów AI w zastosowaniach biomedycznych.	04BC_1A_U09
• Projektować oraz wdrażać narzędzia sztucznej inteligencji w biomedycynie.	04BC_1A_U10
• Wykorzystywać narzędzia informatyczne do komunikacji, organizowania informacji, analizy danych naukowych z użyciem AI.	04BC_1A_U12
Kompetencje społeczne	
Jest gotów do	Kod KEU
• Uzasadnienia roli nauk biologicznych w medycynie i badaniach środowiskowych z zastosowaniem AI.	04BC_1A_K01
• Przestrzegania zasad etyki związanej z zastosowaniem sztucznej inteligencji w badaniach biomedycznych.	04BC_1A_K07
D. Treści programowe	
Podczas zajęć zaprezentowany zostanie materiał dotyczący algorytmów sztucznej inteligencji oraz ich zastosowania w badaniach biomedycznych. Omówione zostaną różnice między AI a innymi algorytmami analitycznymi stosowanymi w naukach biologicznych i medycznych. Uczestnicy poznają metody uczenia algorytmów, w tym uczenie nadzorowane, nienadzorowane oraz uczenie ze wzmocnieniem. Przedstawione zostaną podstawowe algorytmy stosowane w analizie danych biomedycznych, obejmujące klasyfikację, regresję, analizę skupień, selekcję cech oraz redukcję wymiaru. Omówione zostaną również metody wizualizacji danych biomedycznych oraz sposoby prezentacji wyników analiz z wykorzystaniem modeli AI, co umożliwi efektywne interpretowanie i komunikowanie uzyskanych rezultatów. Uczestnicy zdobędą umiejętność doboru odpowiednich modeli sztucznej inteligencji do konkretnych problemów badawczych. Nauczą się analizować, w jakich przypadkach AI może być skutecznie stosowane, a w jakich jego zastosowanie jest niewłaściwe lub ograniczone. W ramach zajęć uczestnicy przeprowadzą wizualizację wyników	

modelowania, co pozwoli im na efektywną prezentację i interpretację rezultatów analiz. Nauczą się także stosować metody wyjaśniania działania algorytmów AI, umożliwiające lepsze zrozumienie podejmowanych przez nie decyzji i kluczowych cech wpływających na wyniki. Dodatkowo uczestnicy przećwiczą ocenę jakości modeli, identyfikując przeuczenie oraz wyniki fałszywie pozytywne, co pozwoli im na optymalizację modeli i poprawę ich ogólnej skuteczności w analizie danych biomedycznych.

43 Planowanie, realizacja, dokumentacja w projekcie naukowym

Nazwa przedmiotu:		Planowanie, realizacja, dokumentacja w projekcie naukowym	
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	3	6	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	8		
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
ćwiczenia audytoryjne, ćwiczenia laboratoryjne		13+ 39	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Przedmiot ma na celu wprowadzenie do zasad poprawnego projektowania badań naukowych, obejmujących formułowanie hipotez, dobór zmiennych, metodologię eksperymentalną oraz analizę danych. Omawiane będą metody minimalizowania błędów, kontrolowania czynników zakłócających i optymalizacji układów eksperymentalnych w różnych dziedzinach nauki.			
B. Wymagania wstępne			
Podstawy programowania; podstawy rachunku prawdopodobieństwa.			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
- Zasady i metody biobankowania materiału biologicznego. - Zasady biobankowania cyfrowego oraz technologie cyfrowe z nimi związane.			04BC_1A_W14
- Możliwości biznesowe oraz aspekty prawne związane z zastosowaniem sztucznej inteligencji w biologii i biomedycynie - Zasady wykorzystania poznanych źródeł wiedzy z dbałością o rzetelność i kompletność prezentowanych wyników.			04BC_1A_W15
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
Projektować, implementować i testować poznane metody eksploracji oraz analizy danych do optymalizacji i prognozowania wybranych procesów w biologii i biomedycynie.			04BC_1A_U01
Pozyskiwać, przetwarzać, integrować oraz analizować poznanymi dane biologiczne i biomedyczne z różnych źródeł, stosując standardy jakości i interoperacyjności.			04BC_1A_U02
Zdobywać, klasyfikować i przetwarzać informacje naukowe zgodnie z zasadami ochrony własności intelektualnej oraz zarządzania danymi.			04BC_1A_U03
- Planować, projektować i przeprowadzać eksperymenty praktyczne. - Interpretować uzyskane wyniki. - Wyprowadzać wnioski dotyczące skuteczności proponowanych przez siebie rozwiązań.			04BC_1A_U04
Weryfikować, oceniać i argumentować aspekty etyczne oraz systemowe zastosowania algorytmów sztucznej inteligencji w analizowanym problemie, uwzględniając regulacje prawne i normy techniczne.			04BC_1A_U05
Tworzyć opracowania pisemne dotyczące zagadnień związanych z planowaniem, projektowaniem i przeprowadzeniem eksperymentu biologicznego/biomedycznego, uwzględniając analizę ekonomiczną rozwiązania.			04BC_1A_U06
Przygotowywać opracowania pisemne i ustne wybranego problemu w języku polskim i angielskim na poziomie B2 Europejskiego Systemu Kształcenia Językowego.			04BC_1A_U07
Wykorzystywać wnioskowanie statystyczne oraz probabilistyczne, także z zastosowaniem technologii informatycznych w rozwiązywaniu problemów inżynierskich.			04BC_1A_U08

Stosować poznane narzędzia i pakiety oprogramowania oraz techniki obliczeniowe do rozwiązywania wybranych zagadnień analizy danych.	04BC_1A_U09
Projektować oraz wdrażać narzędzia sztucznej inteligencji i systemy bazodanowe do rozwiązywania konkretnych problemów badawczych oraz implementować poznane modele uczenia maszynowego.	04BC_1A_U10
- Wykorzystywać narzędzia informatyczne do komunikacji, organizowania informacji, analizy danych naukowych w interdyscyplinarnych zespołach. - Tworzyć oprogramowanie oraz sporządzać raporty techniczne.	04BC_1A_U12
Opracowywać dokumentację techniczną projektów, w tym systemów analizy danych, modeli AI, narzędzi bazodanowych oraz przygotowywać raporty z oceny ekonomicznej wdrażanych rozwiązań.	04BC_1A_U14
Kompetencje społeczne	
Jest gotów do	Kod KEU
Prowadzenia badań zgodnie z zasadami etyki zawodowej i etyki pracy naukowej oraz brania odpowiedzialności za stworzone narzędzia.	04BC_1A_K02
Obiektywnej samooceny własnej pracy, jakości projektowanych rozwiązań i wnioskowania na podstawie eksperymentów i pozyskanych danych.	04BC_1A_K03
Aktualizowania wiedzy z zakresu nauk humanistycznych i społecznych oraz wykazywania otwartości na interdyscyplinarne podejście do analizowanych problemów.	04BC_1A_K05
Krytycznego podejścia do otrzymywanych informacji, kwestionowania ich wiarygodności oraz rekomendowania metod ich weryfikacji w oparciu o standardy inżynierskie i naukowe.	04BC_1A_K06
D. Treści programowe	
W ramach przedmiotu studenci otrzymają problem badawczy w jednej z czterech ścieżek: - Zaprojektowanie analizy danych/algorytmu. - Zaplanowanie eksperymentu badawczego w zakresie biomedycyny. - Zaplanowanie badania epidemiologicznego. - Zaproponowanie nowego rozwiązania AI. Przeszukają literaturę w określonym zakresie, przeprowadzą analizę naukową problemu oraz na podstawie symulacji (lub danych rzeczywistych) ocenią trudności w realizacji projektu. Z całości przygotowany zostanie raport.	

IV rok, 7 semestr

44 Etyka

Nazwa przedmiotu:		Etyka	
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	4	7	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	1		
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Wykład		13	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Przedstawiony zostanie zestaw pojęć pozwalający formułować osobie studiującej pytanie dotyczące refleksji etycznej w kontekście pracy zawodowej.			
B. Wymagania wstępne			
Zdolność do refleksji nad problemami społecznymi i zawodowymi.			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
• Uwarunkowania etyczne w pracy zawodowej.			04BC_1A_W12
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU

Weryfikować, oceniać i argumentować aspekty etyczne w pracy naukowca i osoby zaangażowanej w udostępnianie, przetwarzanie i modelowanie danych objętych kompetencjami systemu ochrony zdrowia.	04BC_1A_U05
Kompetencje społeczne	
Jest gotów do	Kod KEU
- Aktualizowania wiedzy z zakresu nauk humanistycznych i społecznych. - Wykazywania otwartości na interdyscyplinarne podejście do inżynierii biomedycznej i analizy danych.	04BC_1A_K05
D. Treści programowe	
Omówienie podstawowych pojęć niezbędnych do refleksji nad etycznym wymiarem działalności zawodowej, takich jak moralność, etyka, kompetencja moralna i etyczna, systemy normatywne. Przedstawienie podstawowych teorii etycznych i ich typologii oraz klasyfikacji postaw etycznych. Analiza pojęcia dylematu etycznego w kontekście decyzji zawodowych. Studium przypadków (case studies) jako narzędzie analizy i rozwiązywania problemów etycznych.	

45 Podstawy inżynierii genetycznej

Podstawy inżynierii genetycznej			
Nazwa przedmiotu:	Podstawy inżynierii genetycznej		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	4	7	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	9		
Forma zaliczenia przedmiotu:	Egzamin		
Forma zajęć		Liczba godzin	
Wykład, ćwiczenia laboratoryjne		26 +52	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Celem przedmiotu jest przybliżenie studentom pojęcia inżynierii genetycznej, obejmujące jej definicję, podstawowe narzędzia i metody, a także zaprezentowanie najnowszych osiągnięć i kierunków rozwoju tej dziedziny. Studenci zdobędą wiedzę na temat organizacji genomu oraz technik stosowanych do jego modyfikacji. Poznają mechanizmy regulacji ekspresji genów na różnych poziomach organizacji, a także zagadnienia związane z klonowaniem genów oraz manipulacjami genetycznymi i epigenetycznymi.			
B. Wymagania wstępne			
Podstawowa wiedza z zakresu genetyki, biologii molekularnej, biochemii kwasów nukleinowych i białek oraz bioinformatyki. Znajomość procesów związanych z mutagenezą i naprawą DNA.			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
• Złożone zjawiska biologiczne w zastosowaniu do inżynierii genetycznej.			04BC_1A_W01
• Algorytmy informatyczne stosowane do analizy danych z eksperymentów z zastosowaniem inżynierii genetycznej.			04BC_1A_W02
• Rozwiązania informatyczne oraz pakiety oprogramowania do planowania eksperymentów z zastosowaniem inżynierii genetycznej.			04BC_1A_W08
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
• Projektować, implementować i testować metody eksploracji oraz analizy danych z eksperymentów z zastosowaniem inżynierii genetycznej.			04BC_1A_U01
• Analizować dane biologiczne i biomedyczne z różnych źródeł z celu optymalnego zaplanowania eksperymentu z zastosowaniem inżynierii genetycznej.			04BC_1A_U02
• Zdobywać, klasyfikować i przetwarzać informacje naukowe zgodnie z zasadami ochrony własności intelektualnej.			04BC_1A_U03
• Wykorzystywać narzędzia informatyczne organizowania informacji, z zakresu inżynierii genetycznej.			04BC_1A_U12
Kompetencje społeczne			
Jest gotów do			Kod KEU
• Uzasadnienia rolę nauk biologicznych w medycynie z naciskiem na współczesne metody inżynierii genetycznej.			04BC_1A_K01

Przestrzegania zasad etyki związanej z zastosowaniem sztucznej inteligencji w inżynierii genetycznej.	04BC_1A_K07
D. Treści programowe	
Podczas zajęć zaprezentowany zostanie materiał dotyczący budowy, organizacji i funkcjonowania genomów oraz działania genów, wektorów, plazmidów, enzymów restrykcyjnych, mutagenów, markerów selekcyjnych i funkcjonalnych RNA. Omówione zostaną podstawowe procesy molekularne wykorzystywane w inżynierii genetycznej, takie jak mutageneza, restrykcja, rekombinacja, ekspresja, klonowanie, transformacja, transdukcja oraz selekcja negatywna i pozytywna. Uczestnicy poznają techniki inżynierii genetycznej stosowane w badaniach funkcjonalnych, epigenetycznych i biologicznych oraz kluczowe metody badawcze i narzędzia wykorzystywane w tej dziedzinie, w tym CRISPR-Cas9, TALENs, ZFN, edycję epigenetyczną, technologie oparte na nanoprzewodnikach i nanocząstkach, "gene drive", edycję genów mitochondrialnych (MRT), optogenetykę, RNAi, siRNA i miRNA. Omówione zostaną zastosowania inżynierii genetycznej w terapii genowej oraz zasady doboru wektorów genetycznych do określonych zadań. Uczestnicy poznają także zasady konstrukcji map restrykcyjnych oraz podstawowe narzędzia bioinformatyczne do analizy i manipulacji sekwencjami DNA. Podczas ćwiczeń laboratoryjnych uczestnicy zdobędą umiejętność analizy funkcji genów, wykorzystując techniki i narzędzia stosowane w badaniach genetycznych. Nauczą się stosować wybrane narzędzia bioinformatyczne do projektowania organizmów modyfikowanych genetycznie oraz modulowanych epigenetycznie. Uczestnicy przeciwiczą dobór odpowiednich metod transgenezy, projektowanie transformacji komórek oraz planowanie eksperymentów weryfikujących ekspresję modulowanych genów. Opanują analizę sekwencji DNA i RNA oraz nauczą się przeszukiwać literaturę naukową dotyczącą inżynierii genetycznej w źródłach polskich i zagranicznych, stosując specjalistyczną nomenklaturę naukową.	

46 AI w biomedycynie personalizowanej

Nazwa przedmiotu:				AI w biomedycynie personalizowanej			
Kod przedmiotu:		Rok studiów:		Semestr:		Język:	
		4		7		polski	
Forma prowadzenia zajęć:		stacjonarna					
Punkty ECTS:		4					
Forma zaliczenia przedmiotu:		zaliczenie					
Forma zajęć				Liczba godzin			
ćwiczenia laboratoryjne				52 h			
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu							
W ramach przedmiotu studenci zdobędą umiejętności w zakresie rozwiązywania problemów inżynierskich z zakresu biomedycyny personalizowanej z użyciem algorytmów AI.							
B. Wymagania wstępne							
Podstawy programowania; podstawowa znajomość rachunku prawdopodobieństwa i statystyki.							
C. Efekty uczenia się							
Wiedza							
Zna i rozumie						Kod KEU	
• Proces adaptacji modeli statystycznych, matematycznych oraz algorytmów informatycznych do konkretnych problemów badawczych						04BC_1A_W02	
• Zastosowanie poznanych rozwiązań informatycznych w analizie danych biologicznych i biomedycznych						04BC_1A_W08	
• Jak obowiązujące uwarunkowania prawne, poznane uwarunkowania etyczne i organizacyjne dotyczące pozyskiwania, przetwarzania i udostępniania danych cyfrowych wpływają na wykorzystanie danych w konkretnych przypadkach.						04BC_1A_W12	
• Jak wykorzystać infrastrukturę informatyczną oraz narzędzia AI w biomedycynie						04BC_1A_W13	
• Aspekty prawne i możliwości biznesowe związane z zastosowaniem wytworzonych konkretnych zastosowań						04BC_1A_W15	
Umiejętności							
Potrafi						Kod KEU	
• Projektować, implementować i testować poznane metody eksploracji oraz analizy danych do konkretnych zastosowań biomedycznych						04BC_1A_U01	
• Pozyskiwać, przetwarzać oraz integrować dane do konkretnych zastosowań.						04BC_1A_U02	

• Wyszukiwać odpowiednie dane w otwartych repozytoriach danych	04BC_1A_U03
• Interpretować uzyskane wyniki oraz wyprowadzać wnioski dotyczące skuteczności proponowanych przez siebie rozwiązań.	04BC_1A_U04
• Oceniać i argumentować aspekty etyczne oraz systemowe zastosowania opracowanych algorytmów sztucznej inteligencji	04BC_1A_U05
• Tworzyć raporty dotyczące zaprojektowanych eksperymentów i algorytmów	04BC_1A_U06
• Przygotowywać opracowania pisemne i ustne wybranego problemu z zakresu biologii i pokrewnych dyscyplin w języku polskim i angielskim na poziomie B2 Europejskiego Systemu Kształcenia Językowego.	04BC_1A_U07
• Wykorzystywać wnioskowanie statystyczne do konkretnych problemów z zakresu analizy danych biomedycznych.	04BC_1A_U08
• Stosować poznane techniki obliczeniowe do rozwiązywania praktycznych problemów analizy danych w biomedycynie cyfrowej.	04BC_1A_U09
• Projektować oraz wdrażać systemy bazodanowe do rozwiązywania konkretnych problemów badawczych.	04BC_1A_U10
• Implementować modele uczenia maszynowego.	
• .Tworzyć oprogramowanie.	04BC_1A_U12
• Sporządzać raporty techniczne.	
• Konfigurować, porównywać i testować technologie do rozwiązywania wybranych zadań praktycznych z zakresu sztucznej inteligencji, analizy danych oraz baz danych	04BC_1A_U13
Kompetencje społeczne	
Jest gotów do	Kod KEU
• Uzasadnienia roli nauk biologicznych w medycynie oraz do angażowania się w działania upowszechniające wiedzę w zakresie zastosowań nauk podstawowych w rozwiązaniach praktycznych.	04BC_1A_K01
• Obiektywnej samooceny własnej pracy, jakości projektowanych rozwiązań oraz wyciągania wniosków.	04BC_1A_K03
• Przestrzegania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy w placówkach ochrony zdrowia i laboratoriach badawczych.	04BC_1A_K04
• Weryfikacji otrzymywanych informacji oraz rekomendowania metod w oparciu o standardy inżynierskie i naukowe.	04BC_1A_K06
• Przestrzegania zasad etyki zawodowej związanej z zastosowaniem sztucznej inteligencji w ochronie zdrowia.	04BC_1A_K07
D. Treści programowe	
W ramach zajęć studenci poznają zakres badań prowadzonych w Regionalnym Centrum Medycyny Cyfrowej w WWCOiT w Łodzi oraz jednostkach z nim współpracujących - w tym centrum medycyny obliczeniowej SANO w Krakowie. Na zajęciach prezentowane będą realne problemy współczesnej medycyny personalizowanej – jak choroby rzadkie, nowe terapie celowane, czy identyfikacja biomarkerów. Studenci opracowywać będą plany eksperymentów, wdrożeń i analiz z wykorzystaniem nowoczesnych technologii oraz narzędzi AI.	

47 Badania populacyjne w erze AI

Nazwa przedmiotu:	Badania populacyjne w erze AI		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	4	7	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	4		
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
ćwiczenia laboratoryjne		52 h	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
W ramach przedmiotu studenci zdobędą umiejętności w zakresie rozwiązywania problemów inżynierskich z zakresu zdrowia publicznego i populacyjnego z użyciem algorytmów AI			
B. Wymagania wstępne			
Podstawy programowania; podstawy rachunku prawdopodobieństwa i statystyki			

C. Efekty uczenia się	
Wiedza	
Zna i rozumie	Kod KEU
Proces adaptacji modeli statystycznych, matematycznych oraz algorytmów informatycznych do konkretnych problemów badawczych	04BC_1A_W2
Zastosowanie poznanych rozwiązań informatycznych w analizie danych biologicznych i biomedycznych	04BC_1A_W8
Jak obowiązujące uwarunkowania prawne, poznane uwarunkowania etyczne i organizacyjne dotyczące pozyskiwania, przetwarzania i udostępniania danych cyfrowych wpływają na wykorzystanie danych w konkretnych przypadkach.	04BC_1A_W12
Jak wykorzystać infrastrukturę informatyczną oraz narzędzia AI w biomedycynie	04BC_1A_W13
Aspekty prawne i możliwości biznesowe związane z zastosowaniem wytworzonych konkretnych zastosowań	04BC_1A_W15
Umiejętności	
Potrafi	Kod KEU
Projektować, implementować i testować poznane metody eksploracji oraz analizy danych do konkretnych zastosowań biomedycznych	04BC_1A_U01
Pozyskiwać, przetwarzać oraz integrować dane do konkretnych zastosowań.	04BC_1A_U02
Wyszukiwać odpowiednie dane w otwartych repozytoriach danych	04BC_1A_U03
Interpretować uzyskane wyniki oraz wyprowadzać wnioski dotyczące skuteczności proponowanych przez siebie rozwiązań.	04BC_1A_U04
Oceniać i argumentować aspekty etyczne oraz systemowe zastosowania opracowanych algorytmów sztucznej inteligencji	04BC_1A_U05
Tworzyć raporty dotyczące zaprojektowanych eksperymentów i algorytmów	04BC_1A_U06
Przygotowywać opracowania pisemne i ustne wybranego problemu z zakresu biologii i pokrewnych dyscyplin w języku polskim i angielskim na poziomie B2 Europejskiego Systemu Kształcenia Językowego.	04BC_1A_U07
Wykorzystywać wnioskowanie statystyczne do konkretnych problemów z zakresu analizy danych biomedycznych.	04BC_1A_U08
Stosować poznane techniki obliczeniowe do rozwiązywania praktycznych problemów analizy danych w biomedycynie cyfrowej.	04BC_1A_U09
Projektować oraz wdrażać systemy bazodanowe do rozwiązywania konkretnych problemów badawczych.	04BC_1A_U10
Implementować modele uczenia maszynowego.	04BC_1A_U12
Tworzyć oprogramowanie.	
Sporządzać raporty techniczne.	
Konfigurować, porównywać i testować technologie do rozwiązywania wybranych zadań praktycznych z zakresu sztucznej inteligencji, analizy danych oraz baz danych	04BC_1A_U13
Kompetencje społeczne	
Jest gotów do	Kod KEU
Uzasadnienia roli nauk biologicznych w medycynie oraz do angażowania się w działania upowszechniające wiedzę w zakresie zastosowań nauk podstawowych w rozwiązaniach praktycznych.	04BC_1A_K01
Obiektywnej samooceny własnej pracy, jakości projektowanych rozwiązań oraz wyciągania wniosków.	04BC_1A_K03
Przestrzegania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy w placówkach ochrony zdrowia i laboratoriach badawczych.	04BC_1A_K04
Weryfikacji otrzymywanych informacji oraz rekomendowania metod w oparciu o standardy inżynierskie i naukowe.	04BC_1A_K06
Przestrzegania zasad etyki zawodowej związanej z zastosowaniem sztucznej inteligencji w ochronie zdrowia.	04BC_1A_K07
D. Treści programowe	
W ramach zajęć studenci poznają zakres badań prowadzonych w Regionalnym Centrum Medycyny Cyfrowej w WWCOiT w Łodzi oraz jednostkach z nim współpracujących - w tym centrum medycyny obliczeniowej SANO w Krakowie. Na zajęciach prezentowane będą realne problemy współczesnych badań populacyjnych	

oraz wielkoskalowych badań kohortowych związanych z ryzykiem chorób cywilizacyjnych ze szczególnym uwzględnieniem fenotypów neuropsychiatrycznych. Studenci opracują nowe rozwiązania AI do określonych problemów badawczych oraz zaprezentują ich skuteczność na istniejących danych w publicznych repozytoriach

48 Seminarium inżynierskie II oraz PPDED

Seminarium inżynierskie II oraz PPDED			
Nazwa przedmiotu:	Seminarium inżynierskie II oraz PPDED		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	4	7	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	10		
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
ćwiczenia audytoryjne		26	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Celem zajęć jest wsparcie studentów w procesie przygotowania i prezentacji pracy dyplomowej. Obejmuje ono wiele czynników, przede wszystkim opanowanie umiejętności samodzielnej prezentacji własnych wyników, skonfrontowania ich z opinią grupy, formułowania tez, ich uzasadniania i obrony.			
B. Wymagania wstępne			
Biegłe posługiwanie się językiem nowożytnym w mowie i piśmie, umiejętność myślenia przyczynowo-skutkowego, analizy i syntezy, co najmniej podstawowe umiejętności w zakresie prowadzenia dyskusji naukowej, korzystania z biblioteki, posługiwania się edytorem tekstu, arkuszem kalkulacyjnym, programem do tworzenia prezentacji multimedialnych.			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
Jak poznane metody interpretacji złożonych zjawisk przyrodniczych i procesów biologicznych znajdują zastosowanie w praktyce			04BC_1A_W04
- Poznane rozwiązania informatyczne oraz pakiety oprogramowania stosowane w analizie danych biologicznych i biomedycznych. - Praktyczne zastosowanie systemów obliczeń symbolicznych i metod eksploracji danych			04BC_1A_W08
Jak poznane uwarunkowania prawne, etyczne i organizacyjne dotyczące pozyskiwania, przetwarzania i udostępniania danych cyfrowych w biomedycynie wpływają na planowanie eksperymentów			04BC_1A_W12
- Jak poznane narzędzia oraz infrastruktura informatyczna wpływa na zastosowanie AI w biomedycynie. - Poznane zasady zarządzania danymi i kontroli ich jakości.			04BC_1A_W13
Jak poznane aspekty prawne definiują możliwości wykorzystania danych biomedycznych			04BC_1A_W15
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
Pozyskiwać, przetwarzać, integrować oraz analizować poznane dane biologiczne i biomedyczne z publicznych repozytoriów			04BC_1A_U02
Zdobywać, klasyfikować i przetwarzać informacje naukowe zgodnie z zasadami ochrony własności intelektualnej w zastosowaniach praktycznych do problemów biomedycznych			04BC_1A_U03
Przygotowywać opracowania pisemne i ustne wybranego problemu z zakresu biologii i pokrewnych dyscyplin w języku polskim i angielskim na poziomie B2 Europejskiego Systemu Kształcenia Językowego.			04BC_1A_U07
- Tworzyć oprogramowanie. - Sporządzać raporty techniczne.			04BC_1A_U12
Konfigurować, porównywać i testować technologie do rozwiązywania wybranych zadań praktycznych z zakresu sztucznej inteligencji, analizy danych oraz baz danych w praktycznych zastosowaniach			04BC_1A_U13

Kompetencje społeczne	
Jest gotów do	Kod KEU
Stosowania poznanych zasad etyki zawodowej oraz etyki pracy naukowej, brania odpowiedzialności za prowadzone badania i projektowane narzędzia.	04BC_1A_K02
Obiektywnej samooceny własnej pracy, jakości projektowanych rozwiązań oraz wyciągania wniosków.	04BC_1A_K03
Weryfikacji otrzymywanych informacji oraz rekomendowania metod w oparciu o standardy inżynierskie i naukowe.	04BC_1A_K06
D. Treści programowe	
- Pojęcia z zakresu prawa autorskiego, tworzenia modeli i aplikacji z zakresu IT. - Ma wiedzę dotyczącą zakresu informatyki związanego ze swoją pracą dyplomową oraz jej podstawami z zakresu innych nauk. - Ma wiedzę dotyczącą podstaw informatyki umożliwiającą analizę problemów o złożoności właściwej dla prac dyplomowych. - Potrafi realizować i analizować projekty o charakterze inżynierskim w obszarze IT. - Potrafi przedstawiać własne tezy zarówno w formie pisemnej jak i w wystąpieniach publicznych. - Potrafi korzystać z informacji pochodzących z różnych źródeł i organizować te informacje. - Rozumie proces tworzenia projektu inżynierskiego i pracy dyplomowej oraz czynniki wpływające na niego. - Rozumie znaczenie procesów komunikacji (wewnątrz i na zewnątrz zespołu) i ich znaczenie dla efektywności projektu	

49 Laboratorium inżynierskie

Laboratorium inżynierskie			
Nazwa przedmiotu:	Laboratorium inżynierskie		
Kod przedmiotu:	Rok studiów:	Semestr:	Język:
	4	7	polski
Forma prowadzenia zajęć:	stacjonarna		
Punkty ECTS:	6		
Forma zaliczenia przedmiotu:	zaliczenie		
Forma zajęć		Liczba godzin	
ćwiczenia laboratoryjne		52	
A. Skrócony (ogólny) opis przedmiotu			
Celem przedmiotu jest rozwijanie umiejętności rozwiązywania problemów inżynierskich w kontekście badań naukowych z wykorzystaniem zaawansowanych technologii cyfrowych.			
B. Wymagania wstępne			
Podstawowa wiedza z zakresu algorytmów AI oraz badań naukowych z wykorzystaniem danych biomedycznych			
C. Efekty uczenia się			
Wiedza			
Zna i rozumie			Kod KEU
- Aspekty prawne i możliwości biznesowe związane z zastosowaniem sztucznej inteligencji w praktycznych zastosowaniach inżynierskich - Reguły wykorzystania poznanych źródeł danych i wiedzy naukowej			04BC_1A_W15
Umiejętności			
Potrafi			Kod KEU
Pozyskiwać, przetwarzać, integrować oraz analizować poznane dane biologiczne i biomedyczne z różnych źródeł, stosując standardy jakości i interoperacyjności.			04BC_1A_U02
Zarządzać danymi z publicznych repozytoriach w konkretnych zastosowaniach			04BC_1A_U03
- Planować, projektować i przeprowadzać eksperymenty praktyczne (pomiar i symulacje). - Interpretować uzyskane wyniki w konkretnych eksperymentach			04BC_1A_U04
- Tworzyć opracowania pisemne dotyczące zagadnień związanych z planowaniem, projektowaniem i przeprowadzeniem eksperymentu w związku z konkretnym problemem badawczym - Przeprowadzić analizę ekonomiczną konkretnego rozwiązania praktycznego			04BC_1A_U06

• Przygotowywać opracowania pisemne i ustne wybranego problemu z zakresu biologii i pokrewnych dyscyplin w języku polskim i angielskim na poziomie B2 Europejskiego Systemu Kształcenia Językowego.	04BC_1A_U07
• Wykorzystywać wnioskowanie statystyczne do rozwiązywania praktycznych problemów inżynierskich.	04BC_1A_U08
• Stosować poznane techniki obliczeniowe do rozwiązywania praktycznych problemów biomedycznych	04BC_1A_U09
• Projektować oraz wdrażać narzędzia AI i bazy danych do rozwiązywania konkretnych problemów inżynierskich. • Implementować modele uczenia maszynowego.	04BC_1A_U10
• Opracowywać dokumentację techniczną przygotowanych projektów. • Przygotować dokumenty dotyczące oceny ekonomicznej opracowywanych rozwiązań.	04BC_1A_U14
Kompetencje społeczne	
Jest gotów do	Kod KEU
• Stosowania poznanych zasad etyki zawodowej oraz etyki pracy naukowej, brania odpowiedzialności za prowadzone badania i projektowane narzędzia.	04BC_1A_K02
• Obiektywnej samooceny własnej pracy, jakości projektowanych rozwiązań oraz wyciągania wniosków.	04BC_1A_K03
• Weryfikacji otrzymywanych informacji oraz rekomendowania metod w oparciu o standardy inżynierskie i naukowe.	04BC_1A_K06
D. Treści programowe	
W ramach przedmiotu, każdy ze studentów otrzyma problem badawczy z zakresu biomedycyny. Zadaniem studenta będzie, pod okiem opiekuna, wykonać: 1. Analizę istniejących doniesień literaturowych oraz zbiorów danych w tym zakresie 2. Wykonać krytyczną analizę uzyskanych informacji 3. Zidentyfikować zakres w jakim może zostać zastosowana zaawansowana technologia cyfrowa do wspomagania rozwiązania problemu 4. Zaprojektować rozwiązanie konkurencyjne do przedstawionych istniejących rozwiązań 5. Minimalny prototyp powinien działać na danych syntetycznych 6. Przygotować dokumentację techniczną rozwiązania 7. Przygotować propozycję wdrożenia, ewentualnie komercjalizacji, zaproponowanej technologii	