



Poz. 234

**UCHWAŁA NR 300
SENATU UNIwersytetu Warszawskiego**

z dnia 24 czerwca 2026 r.

**w sprawie zmiany uchwały nr 128 Senatu Uniwersytetu Warszawskiego
z dnia 25 czerwca 2025 r. w sprawie programu studiów na kierunku studiów
*Biological Therapeutics***

Na podstawie art. 28 ust. 1 pkt 11 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jednolity: Dz.U. z 2024 r. poz. 1571 z późn. zm.), § 7 ust. 3 rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 27 września 2018 r. w sprawie studiów (tekst jednolity: Dz.U. z 2023 r. poz. 2787) oraz § 43 ust. 1 pkt 14 i § 144 ust. 1 Statutu Uniwersytetu Warszawskiego (Monitor UW z 2019 r. poz. 190 z późn. zm.) Senat Uniwersytetu Warszawskiego postanawia, co następuje:

§ 1

W uchwale nr 128 Senatu Uniwersytetu Warszawskiego z dnia 25 czerwca 2025 r. w sprawie programu studiów na kierunku studiów *Biological Therapeutics* (Monitor UW z 2025 r. poz. 249) w § 1 program studiów na kierunku studiów *Biological Therapeutics* stanowiący załącznik do uchwały otrzymuje brzmienie określone w załączniku do niniejszej uchwały.

§ 2

Uchwała wchodzi w życie z dniem podjęcia i ma zastosowanie do cykli kształcenia rozpoczynających się od roku akademickiego 2026/2027.

Przewodniczący Senatu UW
Rektor: A. Z. Nowak

Załącznik

do uchwały nr 300 Senatu Uniwersytetu Warszawskiego z dnia 24 czerwca 2026 r. w sprawie zmiany uchwały nr 128 Senatu Uniwersytetu Warszawskiego z dnia 25 czerwca 2025 r. w sprawie programu studiów na kierunku studiów *Biological Therapeutics*

„Załącznik

do uchwały nr 128 Senatu Uniwersytetu Warszawskiego z dnia 24 czerwca 2025 r. w sprawie programu studiów na kierunku studiów *Biological Therapeutics*

PROGRAM STUDIÓW
Biological Therapeutics

nazwa kierunku studiów	Biological Therapeutics
nazwa kierunku studiów w języku angielskim / w języku wykładowym	Biological Therapeutics
język wykładowy	język angielski
poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
poziom PRK	7
profil studiów	profil ogólnoakademicki
liczba semestrów	4
liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów	120
forma studiów	studia stacjonarne
tytuł zawodowy nadawany absolwentom (nazwa kwalifikacji w oryginalnym brzmieniu, poziom PRK)	magister
liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia	60

liczba punktów ECTS w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych (nie mniej niż 5 ECTS)	5
---	---

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

Dziedzina nauki	Dyscyplina naukowa	Procentowy udział dyscyplin	Dyscyplina wiodąca (ponad połowa efektów uczenia się)
Dziedzina nauk ścisłych i przyrodniczych	nauki biologiczne	51%	nauki biologiczne
Dziedzina nauk ścisłych i przyrodniczych	nauki chemiczne	22 %	
Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu	nauki medyczne	20%	
Dziedzina nauk ścisłych i przyrodniczych	nauki fizyczne	7 %	
Razem:	-	100%	-

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

Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Efekty uczenia się	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK
Wiedza: absolwent zna i rozumie		
K_W01	w pogłębionym stopniu molekularne mechanizmy działania leków biologicznych i chemiczne podstawy ich syntezy.	P7S_WG
K_W02	w pogłębionym stopniu portfolio współczesnych leków biologicznych oraz kluczowe strategie ich syntezy.	P7S_WG
K_W03	w pogłębionym stopniu projektowanie, wytwarzanie oraz metody <i>in vitro</i> i <i>in vivo</i> testowania leków biologicznych.	P7S_WG

K_W04	w pogłębionym stopniu terminologię oraz kluczowe procesy i enzymy związane z metabolizmem RNA i białek	P7S_WG
K_W05	zaawansowane biofizyczne metody analiz kwasów nukleinowych i białek.	P7S_WG
K_W06	pogłębione korelacje i współzależności procesów komórkowych związanych z wyrażaniem informacji genetycznej, w tym kotranskrypcyjnych i kotranslacyjnych.	P7S_WG
K_W07	zasady pozyskiwania funduszy na badania, wdrażania i tworzenia projektów badawczych, ochrony praw własności intelektualnej i komercjalizacji wyników badań.	P7S_WK
K_W08	zasady tworzenia i rozwoju różnych form przedsiębiorczości w kraju i na świecie.	P7S_WK
K_W09	w pogłębionym stopniu kierunki rozwoju biofarmaceutyków i ich zastosowanie we współczesnej medycynie.	P7S_WK
K_W10	w pogłębionym stopniu znaczenie badań przedklinicznych w rozwoju biofarmaceutyków opartych o białka czy kwasy nukleinowe.	P7S_WK
Umiejętności: absolwent potrafi		
K_U01	projektować i przeprowadzać złożone eksperymenty, takie jak synteza <i>in vitro</i> terapeutycznego mRNA, formowanie, oczyszczanie rekombinowanych przeciwciał.	P7S_UW
K_U02	przeszukiwać i analizować literaturę, bazy danych oraz używać odpowiednie oprogramowanie do projektowania nowych leków i analiz przedklinicznych.	P7S_UW
K_U03	krytycznie analizować wyniki wieloetapowych doświadczeń i dostosowywać plany doświadczeń adekwatnie do uzyskiwanych wyników.	P7S_UW
K_U04	pobierać tkanki do izolacji RNA i białek do dalszych analiz molekularnych.	P7S_UW
K_U05	projektować i wykorzystywać systemy mikrofluidyczne do różnych analiz molekularnych.	P7S_UW
K_U06	analizować wyniki sekwencjonowań RNA, wykorzystując podstawowe narzędzia bioinformatyczne.	P7S_UW
K_U07	korzystać z literatury naukowej i komunikować się w języku angielskim na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.	P7S_UK
K_U08	odgrywać wiodącą rolę w działaniach zespołów, rozdzielać eksperymentalne zadania w zespole i egzekwować obowiązki członków zespołu.	P7S_UO
K_U09	używać nowoczesnego sprzętu badawczego (np. sekwenatory nanoporowe, nanodrop, bioanalyzer, dynamiczne rozpraszanie światła).	P7S_UW
K_U10	szkolić się, doskonalić nabyte umiejętności i wspierać w tym innych.	P7S_UU
K_U11	współpracować z ekspertami z zakresu ochrony zdrowia w celu wdrażania i testowania nowych technologii	P7S_UU
Kompetencje społeczne: absolwent jest gotów do		

K_K01	analizy rynku leków biologicznych i sektora firm biofarmaceutycznych w Polsce oraz rozumienia mechanizmów rynkowych w tym sektorze.	P7S_KK
K_K02	używania obiektywnych i wiarygodnych źródeł informacji naukowej.	P7S_KK
K_K03	przestrzegania i rozwijania etyki zawodowej w nauce i badaniach biologicznych, w tym planowania przedklinicznych eksperymentów na zwierzętach zgodnie z zasadami etycznymi, obowiązującym prawem i wytycznymi komisji etycznych.	P7S_KR
K_K04	krytycznego analizowania, prezentowania i dyskutowania na forum wyników uzyskanych eksperymentów w języku angielskim.	P7S_KK
K_K05	wypełniania zobowiązań prospołecznych, działania na rzecz interesu publicznego oraz myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy.	P7S_KO
K_K06	wdrażania nowoczesnych technologii medycznych do ochrony zdrowia i polepszania jakości życia.	P7S_KO

OBJAŚNIENIA

Symbol efektu uczenia się dla programu studiów tworzą:

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

Zajęcia lub grupy zajęć przypisane do danego etapu studiów

Rok studiów: pierwszy

Nazwa przedmiotu	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Symbole efektów uczenia się dla programu studiów	Dyscyplina / dyscypliny, do których odnosi się przedmiot
	Wykład	Konwersatorium	Seminarium	Ćwiczenia	Laboratorium	Warsztaty	Projekt	Inne				
Podstawowa biologia RNA i białek	30								30	3	K_W01 K_W04 K_W06	nauki biologiczne i chemiczne
Treści programowe	Podstawowa biologia RNA i białek. Rola RNA w regulacji ekspresji genów. Historia badań nad RNA: od jego odkrycia do szerokiego repertuaru różnych klas cząsteczek RNA. Wprowadzenie do chemii i dynamiki strukturalnej RNA i białek. Rozwijająca się dziedzina epitranskryptomiki. Edycja RNA i modyfikacje chemiczne. Cykl życia RNA – stabilność i degradacja. Biogeneza białek. Regulacja stabilności białek przez modyfikacje potranslacyjne. Odkrywanie świata białek wiążących RNA. Lokalizacja mRNA, transport i dynamika subkomórkowa. Sortowanie i eksport białek. Interakcje gospodarz-patogen w kontekście RNA. Regulacja odporności za pośrednictwem RNA. Peptydy i białka jako immunomodulatory. Badania nad RNA i białkami: przyszłe perspektywy i kierunki.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Egzamin pisemny											
Chemia RNA i peptydów (od syntezy do zastosowań terapeutycznych)	30								30	3	K_W02	nauki chemiczne

Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Egzamin pisemny											
Metody poszukiwania, rozwijania oraz weryfikacji leków biologicznych	30								30	3	K_W05	nauki fizyczne
Treści programowe	Podstawy metod fizykochemicznych, chromatograficznych i biofizycznych ważnych dla leków biologicznych. Techniki chromatograficzne i elektroforetyczne. Spektrometria masowa. Techniki spektroskopowe. Analiza rozkładu wielkości – dynamiczne i statyczne rozpraszanie światła. Kalorymetria i analiza termiczna. Oddziaływania wewnątrzcząsteczkowe – rezonans plazmonów powierzchniowych, interferometria bio-warstw, termoforeza w mikroskali. Mikroskopia sił atomowych, pęseta optyczna i techniki pojedynczych cząsteczek. Techniki biologii strukturalnej. Wymogi regulacyjne i jakość przez projektowanie (QbD).											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Egzamin pisemny											
Synteza i analiza leków biologicznych					90				90	9	K_W01 K_W02 K_W05 K_U03 K_U07 K_K02 K_K04	nauki biologiczne nauki chemiczne nauki medyczne
Treści programowe	Wprowadzenie, zasady bezpieczeństwa w pracowni chemicznej, synteza i oczyszczanie zmodyfikowanych bloków budulcowych do syntezy RNA w fazie stałej. Synteza analogu czapeczki mRNA. Oczyszczanie produktu końcowego, charakterystyka i kontrola jakości. Zautomatyzowana synteza zmodyfikowanego oligonukleotydu DNA. Wybrane reakcje biokoniugacji, modyfikacja peptydów lub oligonukleotydów DNA. Seminarium grupowe, prezentacja wyników i dyskusja wyników.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Egzamin pisemny											
Produkcja i analiza białek					90				90	9	K_W04 K_W05 K_W09 K_U01	nauki biologiczne nauki fizyczne nauki medyczne

											K_U02 K_U03 K_K04 K_K06	
Treści programowe	Przedmiot z możliwością wyboru toku zajęć. Praktyczne wprowadzenie do nowoczesnych metod ekstrakcji, oczyszczania i analizy funkcjonalnej białek, z naciskiem na kluczowe techniki laboratoryjne i oprzyrządowanie. Oczyszczanie białek do wyboru z wykorzystaniem różnych znaczników i warunków chromatografii. Przygotowanie ekstraktów komórkowych; Chromatografia powinowactwa do oczyszczania białek: polimerazy RNA T7, polimerazy DNA Phusion, nukleazy Cas9 i kompleksu białkowego VCE (Vaccinia Capping Enzyme). Wstępna ocena efektywności oczyszczania przy użyciu SDS-PAGE. Weryfikacja funkcjonalna oczyszczonych preparatów: testy aktywności polimerazy RNA T7, enzymu dodającego czapeczkę Vaccinia, Cas9 i polimerazy DNA Phusion. Spektrometria mas (MS): Wprowadzenie do zasad MS; Techniki przygotowania próbek do analizy MS. Analiza i interpretacja wyników MS. Systemy ekspresji komórek ssaków: Przegląd platform ekspresji stosowanych w komórkach ssaków. Oczyszczanie przeciwciał monoklonalnych do wyboru. Ocena za pomocą SDS-PAGE i mikroskopii elektronowej (przygotowanie siatki EM). Techniki charakterystyki biofizycznej: Dynamiczne rozpraszanie światła (DLS) i makromolekularne analityczne rozpraszanie światła (MASL), spektroskopia dichroizmu kołowego (CD), analityczne ultrawiórowanie, kalorymetria (różnicowa kalorymetria skaningowa i izotermiczna kalorymetria miareczkowa).											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Przygotowanie i prezentacja projektu na ocenę.											
Terapeutyczne mRNA (część 1)					90				90	9	K_W02 K_W03 K_W04 K_W05 K_W09 K_U02 K_U03 K_U06 K_U09 K_K04 K_K06	nauki biologiczne nauki chemiczne nauki medyczne

	Ochrona w Unii Europejskiej. Praktyczne aspekty ochrony własności intelektualnej. Przykłady naruszeń i sposoby ich zapobiegania. Postępowania sądowe i administracyjne w sprawach własności intelektualnej. Przegląd narzędzi i źródeł informacji o własności intelektualnej. Definicja i znaczenie komercjalizacji w sektorze biomedycznym. Rodzaje komercjalizacji: bezpośrednia i pośrednia. Rola uczelni, spółek celowych i instytucji otoczenia biznesu. Etapy komercjalizacji: identyfikacja wyników, ochrona własności intelektualnej, analiza rynku. Przygotowanie oferty technologicznej i umowy licencyjne. Przykłady komercjalizacji leków biologicznych. Poszukiwanie i pozyskiwanie źródeł finansowania badań. Publiczne źródła finansowania: Narodowe Centrum Nauki (NCN), Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR), Agencja Badań Medycznych, programy UE (ERC, Horyzont Europa, EU4Health). Granty, stypendia i programy wsparcia dla badań i innowacji. Zarządzanie projektami badawczymi i finansowymi. Przygotowanie i realizacja projektów badawczych. Procedury aplikacyjne i zarządzanie budżetem projektów. Ewaluacja i raportowanie wyników badań. Współpraca nauki z przemysłem i otoczeniem biznesowym. Modele współpracy i partnerstwa strategiczne. Przykłady dobrych praktyk i case studies - analiza studiów przypadków komercjalizacji i finansowania badań. Tworzenie biznesplanu i strategii pozyskiwania funduszy. Prezentacje projektów i dyskusje z ekspertami.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Przygotowanie i prezentacja projektu na ocenę.											
Rozwój i produkcja leków biologicznych z perspektywy firmy	30								30	3	K_W01 K_W03 K_W09 K_K04 K_K02 K_U10	nauki biologiczne nauki chemiczne nauki medyczne
Treści programowe	Wykład „Rozwój i produkcja leków biologicznych z perspektywy firmy” ma na celu przekazanie osobom studiującym kompleksowej wiedzy na temat pełnego cyklu życia biofarmaceutyku w środowisku przemysłowym. Treści programowe zostały zaprojektowane w sposób sekwencyjny, odzwierciedlający rzeczywiste etapy funkcjonowania produktu w firmie biofarmaceutycznej — od fazy badań i rozwoju, przez rozwój procesu technologicznego i produkcję, aż po aspekty regulacyjne i biznesowe. W pierwszej części wykładu omawiane są podstawy funkcjonowania sektora biofarmaceutycznego oraz specyfika leków biologicznych, w tym ich główne klasy i zastosowania terapeutyczne. Następnie przedstawiane są zagadnienia związane											

	– efektów z zakresu wiedzy, np. znajomości wybranych fundamentalnych dylematów współczesnej cywilizacji czy z zakresu kompetencji społecznych, np. gotowości do wypełniania zobowiązań społecznych, współorganizowania działalności na rzecz środowiska społecznego lub myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy *W ramach zajęć ogólnouczeniowych osoba studiująca zobowiązana jest do zaliczenia 5 ECTS z zakresu dziedziny nauk społecznych lub humanistycznych.
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Zgodnie z sylabusem.

Łączna liczba punktów ECTS (w roku): 60

Łączna liczba godzin zajęć (w roku): 594

Rok studiów: drugi

Nazwa przedmiotu	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Symbole efektów uczenia się dla programu studiów	Dyscyplina / dyscypliny, do których odnosi się przedmiot
	Wykład	Konwersatorium	Seminarium	Ćwiczenia	Laboratorium	Warsztaty	Projekt	Inne				
Kwasy nukleinowe i białka jako cel terapeutyczny	30								30	3	K_W01 K_W02 K_W03 K_W04 K_W06 K_K06	nauki biologiczne i nauki medyczne
Treści programowe	Inżynieria leków białkowych poprzez wprowadzanie zmian strukturalnych i chemicznych. Optymalizacja funkcji białek. Technologia PROteolysis-TArgeting Chimaera (PROTAC) i inne systemy oparte na kierowaniu białek do degradacji. Badania przesiewowe w celu odkrycia leków biologicznych i ich ulepszenia. Geny nowotworowe nie do złamania – celowanie w KRAS, historia sukcesu. Celowanie w struktury RNA za pomocą małych cząsteczek. RNATACs. Lektje z biologii syntetycznej: Postępy w terapii RNA i projektowaniu szczepionek. Zwiększanie stabilności i specyficzności mRNA oraz zmniejszanie toksyczności. Modulacja splicingu i składanie RNA jako cel terapeutyczny. Modulacje oddziaływań białko-białko w odkrywaniu leków i rozwoju terapii. Receptory komórkowe jako cele terapeutyczne. Perspektywy na przyszłość i nowatorskie podejścia eksperymentalne.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Egzamin pisemny.											
Podstawy immunologii w działaniu leków biologicznych	30								30	3	K_W01 K_W02 K_K03	nauki biologiczne nauki medyczne

Treści programowe	Wprowadzenie do immunologii: Podstawowe pojęcia i techniki. Modele zwierzęce w badaniach immunologicznych. Odporność wrodzona: Makrofagi, komórki dendrytyczne i ich biologia. Odporność adaptacyjna – rozwój, receptory antygenów i MHC. Odporność adaptacyjna - odpowiedzi efektorowe. Odporność na mikroorganizmy zakaźne (infekcje wirusowe, bakteryjne, grzybicze i pasożytnicze). Wakcynologia: Od podstaw do innowacyjnych rozwiązań. Immunologia specyficzna dla choroby: Alergie i choroby autoimmunologiczne, postępy w leczeniu. Choroby związane z niedoborem odporności. Nowotwory i układ odpornościowy. Eksperymentalne metody kliniczne w nowoczesnej immunologii. Przyszłe granice immunologii.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Egzamin pisemny.											
Badania translacyjne						30			30	3	K_W07 K_W08 K_W10 K_K01 K_K05 K_K06 K_U11	nauki biologiczne nauki medyczne
Treści programowe	„T” Interaktywne warsztaty budujące pomost pomiędzy badaniami akademickimi, a firmami sektora biofarmaceutycznego, prowadzącymi działania badawczo rozwojowe. Osoby studiujące będą bezpośrednio współpracować z profesjonalistami z wiodących firm biofarmaceutycznych, aby analizować i rozwiązywać konkretne studia przypadków zaczerpnięte z tej branży.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Egzamin pisemny.											
Klub dyskusyjny	30								30	3	K_W01 K_K04 K_K02 K_U10	nauki biologiczne nauki chemiczne nauki medyczne
Treści programowe	Regularne spotkania, w celu krytycznego czytania, prezentowania i omawiania najnowszych recenzowanych artykułów badawczych lub najciekawszych preprintów związanych z terapiami biologicznymi. Ten format pozwala osobom studiującym być na bieżąco z nowymi osiągnięciami, rozwijać umiejętności prezentacyjne i analityczne oraz sprzyjać krytycznemu myśleniu.											

Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Prezentacja oraz dyskusja nad wybraną publikacją lub tematem badawczym.											
Przedkliniczne analizy terapeutyków opartych o kwasy nukleinowe					90				90	9	K_W10 K_U01 K_U02 K_U04 K_U05 K_K06 K_U11	nauki biologiczne nauki chemiczne nauki medyczne
Treści programowe	Kurs obejmuje tematy związane z projektowaniem różnych chipów mikroprzepływowych, tworzeniem nanocząstek lipidowych (LNP), analizą przedkliniczną in vivo, tworzeniem myszy transgenicznych i technikami ich charakterystyki molekularnej: Szczegółowa zawartość: 1. Wprowadzenie do urządzeń mikroprzepływowych: Podstawy mikrofluidyki: zasady i zastosowania. Uwagi dotyczące projektowania urządzeń mikroprzepływowych. Materiały, techniki wytwarzania krok po kroku, obsługa i kontrola chipów mikroprzepływowych. Wykorzystanie urządzeń mikroprzepływowych z procesami syntezy LNP. Parametry operacyjne wpływające na tworzenie LNP (natężenie przepływu, mieszanie itp.). Rozwiązywanie problemów i optymalizacja mikroprzepływowej produkcji LNP. 2. Techniki tworzenia nanocząstek lipidowych (LNP). Przegląd metod przygotowania LNP. Tworzenie LNP w oparciu o mikroprzepływy: zalety i wyzwania. Porównanie standardowych i mikroprzepływowych metod syntezy LNP. Skalowanie i odtwarzalność. 3. Szczegółowa charakterystyka LNP. Analiza wielkości cząstek metodą dynamicznego rozpraszania światła (DLS). Pomiar potencjału zeta w celu określenia ładunku powierzchniowego. Techniki oceny skuteczności enkapsulacji. Charakterystyka stabilności i morfologii (np. techniki mikroskopowe). 4. Analiza przedkliniczna in vivo i techniki podawania. Drogi podawania: dożylna (IV) i domięśniowa (IM). Testy ELISA do analizy ekspresji białek (np. EPO RNA w wątrobie, węzłach chłonnych, śledzionie). Monitorowanie biodystrybucji i farmakokinetyki w modelach zwierzęcych. 5. Przegląd edycji genomu CRISPR/Cas9. Wprowadzenie do technologii CRISPR/Cas9 i jej zastosowań. Projektowanie gRNA komplementarnych do różnych genów i przygotowanie mieszaniny do mikroiniekcji. Metody dostarczania:											

	mikroiniekcja, elektroporacja, wektory wirusowe. Efekty poza celem i strategie walidacji. Techniki mikroiniekcji do produkcji transgeniczných myszy. Pobieranie zarodków i przygotowanie do mikroiniekcji. Transfer zarodków i techniki chirurgiczne w produkcji myszy transgeniczných. Techniki molekularne do analizy modeli transgeniczných. Genotypowanie myszy przy użyciu metod opartych na PCR. Interpretacja wyników genotypowania i rozwiązywanie problemów z testami PCR. 6. Analiza, interpretacja i integracja danych. Analiza danych sekwencjonowania z platform Sanger i Nanopore. Kontrola jakości i walidacja wyników edycji genomu.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Egzamin pisemny											
Pracownia i seminarium magisterskie 1			15		75				90	9	K_W07 K_K02 K_K03 K_K04 K_U07	nauki biologiczne nauki chemiczne nauki fizyczne nauki medyczne
Treści programowe	Realizacja zadań badawczych w ramach projektów magisterskich do wyboru. Praca w laboratorium pod opieką merytoryczną i bezpośrednim nadzorem wybranego opiekuna/mentora.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Prezentacja i dyskusja założeń pracy magisterskiej (projektu badawczego).											
Pracownia i seminarium magisterskie 2			15		105				120	12	K_W07 K_K02 K_K03 K_K04 K_U07	nauki biologiczne nauki chemiczne nauki fizyczne nauki medyczne
Treści programowe	Realizacja zadań badawczych w ramach projektów magisterskich do wyboru. Praca w laboratorium pod opieką merytoryczną i bezpośrednim nadzorem wybranego opiekuna/mentora.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Złożenie pracy magisterskiej (realizacja projektu badawczego, prezentacja wyników w postaci seminarium).											

Wytwarzanie i selekcjonowanie przeciwciał				90					90	9	K_U01 K_U03 K_U05 K_W01 K_W03 K_W05	nauki biologiczne nauki chemiczne nauki medyczne
Treści programowe	Wytwarzanie i badania przesiewowe przeciwciał. Projektowanie, optymalizacja i generowanie syntetycznych nanoprzeciwciał. Generowanie odpowiedzi immunologicznej na poziomie organizmu - immunizacja myszy szczepionkami opartymi na mRNA i ocena odpowiedzi immunologicznej za pomocą testu ELISA i analizy typu multiplex FACS. Selekcja białek, które mogą wiązać się z pożądanym ligandem - selekcja in vitro biblioteki białek przy użyciu metod prezentacji na rybosomach lub fagach. Zasady działania komórek CAR-T. Projektowanie <i>in silico</i> chimerycznych receptorów antygenowych (CAR). Badania przesiewowe komórek B z wykorzystaniem metod mikroprzepływowych: izolacja komórek B ze śledziony myszy i ocena czystości komórek za pomocą FACS. Synteza i znakowanie peptydów antygenowych. Oczyszczanie i weryfikacja białka fuzyjnego SNAP-VHH. Przygotowanie kulek hydrożelowych z białkiem SNAP-VHH do enkapsulacji. Enkapsulacja komórek B przy użyciu urządzenia mikroprzepływowego. Wydzielanie, wychwytywanie i barwienie przeciwciał. Sortowanie przez FACS. Izolacja DNA. Sekwencjonowanie i identyfikacja klonów.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Egzamin pisemny											
Prawo farmaceutyczne	15		15						30	3	K_W07 K_W08 K_W10 K_K01 K_K02 K_K03 K_K05	nauki prawne
Treści programowe	Wprowadzenie do prawa farmaceutycznego: Podstawowe pojęcia i źródła prawa farmaceutycznego. Struktura i zakres regulacji prawnych dotyczących produktów leczniczych, wyrobów medycznych i suplementów. Organy nadzoru (np. Urząd Rejestracji Produktów Leczniczych, Inspekcja Farmaceutyczna) i ich kompetencje. Produkty lecznicze – definicje i klasyfikacje. Kategorie produktów leczniczych (leki Rx, OTC, leki weterynaryjne). Suplementy diety i wyroby medyczne – różnice prawne i regulacje. Rejestracja i dopuszczenie do obrotu produktów leczniczych											

	Wprowadzenie do terapii biologicznych w praktyce klinicznej: Charakterystyka leków biologicznych i ich mechanizmów działania. Klasyfikacja biofarmaceutyków stosowanych klinicznie. Rola leków biologicznych w medycynie spersonalizowanej. Zasady kwalifikacji pacjentów do terapii biologicznej. Bezpieczeństwo i monitorowanie terapii biologicznej: Profil bezpieczeństwa leków biologicznych. Działania niepożądane (immunogenność, reakcje nadwrażliwości). Monitorowanie skuteczności terapii. Zastosowanie leków biologicznych w alergologii: Terapie anti-IgE i antycytokinowe (np. w astmie ciężkiej). Leczenie biologiczne w przewlekłej pokrzywce. Kryteria kwalifikacji i efekty leczenia. Studium przypadków klinicznych. Zastosowanie leków biologicznych w dermatologii: Leczenie łuszczycy (inhibitory TNF-α, IL-17, IL-23). Terapia atopowego zapalenia skóry. Długoterminowe zarządzanie terapią. Praktyczne aspekty doboru leczenia. Zastosowanie leków biologicznych w reumatologii: Terapia biologiczna w reumatoidalnym zapaleniu stawów. Leczenie spondyloartropatii i innych chorób autoimmunologicznych. Strategie terapeutyczne i modyfikacja leczenia. Ocena skuteczności klinicznej. Zastosowanie leków biologicznych w gastroenterologii: Leczenie nieswoistych chorób zapalnych jelit (IBD). Terapie anti-TNF oraz nowe cele molekularne. Monitorowanie odpowiedzi na leczenie. Praktyczne wyzwania terapeutyczne. Zastosowanie leków biologicznych w onkologii: Przeciwciała monoklonalne i inhibitory punktów kontrolnych. Immunoterapia nowotworów. Terapie celowane. Działania niepożądane i zarządzanie toksycznością. Zastosowanie leków biologicznych w neurologii: Leczenie stwardnienia rozsianego. Nowe terapie biologiczne w chorobach neurodegeneracyjnych. Kwalifikacja pacjentów i monitorowanie terapii. Aspekty praktyczne stosowania leków biologicznych: Organizacja programów lekowych. Dostępność terapii i aspekty refundacyjne. Współpraca interdyscyplinarna. Rola lekarza w edukacji pacjenta. Analiza przypadków klinicznych (case studies): Omówienie rzeczywistych przypadków pacjentów. Podejmowanie decyzji terapeutycznych. Dyskusja nad alternatywnymi strategiami leczenia.
--	--

Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Egzamin pisemny											
Przedmioty ogólnouniwersyteckie									min. 30	30		
Treści programowe	Osoba studiująca korzysta z oferty zajęć ogólnouniwersyteckich w celu nabycia lub pogłębienia wiedzy i umiejętności z obszarów naukowych, niezwiązanych z kierunkiem studiów, odpowiadających jej indywidualnym zainteresowaniom lub potrzebom oraz w celu nabycia lub doskonalenia kompetencji: społecznych, przedsiębiorczych, cyfrowych, wspierających zieloną transformację. Zajęcia ogólnouniwersyteckie przyczyniają się do osiągnięcia efektów uczenia się z zakresu umiejętności ogólnych, np. samodzielnego planowania i realizowania uczenia się przez całe życie, a także w zależności od wyboru osoby studiującej – efektów z zakresu wiedzy, np. znajomości wybranych fundamentalnych dylematów współczesnej cywilizacji czy z zakresu kompetencji społecznych, np. gotowości do wypełniania zobowiązań społecznych, współorganizowania działalności na rzecz środowiska społecznego lub myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy. *W ramach zajęć ogólnouczeniowych osoba studiująca zobowiązana jest do zaliczenia 5 ECTS z zakresu dziedziny nauk społecznych lub humanistycznych.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Zgodnie z sylabusem											

Łączna liczba punktów ECTS (w roku): 60

Łączna liczba godzin zajęć (w roku): 600

Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 1194

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

Dziedzina nauki	Dyscyplina naukowa	Procentowy udział liczby punktów ECTS w łącznej liczbie punktów ECTS dla każdej z dyscyplin
nauki ścisłe i przyrodnicze	nauki biologiczne	min. 51%
nauki ścisłe i przyrodnicze	nauki chemiczne	min. 19%
nauki medyczne i nauki o zdrowiu	nauki medyczne	min. 15%
nauki ścisłe i przyrodnicze	nauki fizyczne	min. 5%

Tłumaczenie programu studiów na język angielski

**Programme of study
Biological Therapeutics**

Name of the field of study	Biological Therapeutics
Name of the field of study in English / in the language of instruction	Biological Therapeutics
Language of instruction	English
Level of education	second cycle
Level in the PQF	7
Studies profile	general academic
Number of semesters	4
Number of ECTS credits to graduate	120
Form of studies	full time
Professional title awarded to the graduates (name of the qualification in its original wording, PQF level)	magister
Number of ECTS credits that the student needs to obtain for the classes conducted with direct participation of academic teachers and/or other tutors	60
Number of ECTS credits for the classes in the area of humanities and/or social sciences (not less than 5 ECTS)	5

Assignment of the field of study to a given area of study and academic disciplines

Area of study	Academic discipline	Percentage share of the academic disciplines	Leading academic discipline (more than a half of the learning outcomes)
Natural sciences	Biological sciences	51%	Biological sciences
Natural sciences	Chemical sciences	22%	
Medical and health sciences	Medical sciences	20%	
Natural sciences	Physical sciences	7%	
Total:	-	100%	-

Learning outcomes defined for the field of study by reference to the descriptors of 2nd degree in the Polish Qualification Framework for qualifications at level 6–7 obtained within the framework of the Higher Education and Science System after obtaining full qualification at level 4 of the PQF

Learning outcomes symbol for the field of study	Learning outcomes	Reference to PQF 2 nd degree descriptors
Knowledge: the graduate knows and understands		
K_W01	in-depth molecular mechanisms of action of biological drugs and the chemical basis of their synthesis.	P7S_WG
K_W02	in-depth portfolio of contemporary biological drugs and key strategies for their synthesis.	P7S_WG
K_W03	in-depth design, manufacture and <i>in vitro</i> and <i>in vivo</i> testing methods for biological drugs.	P7S_WG
K_W04	in-depth terminology and key processes and enzymes involved in RNA and protein metabolism.	P7S_WG
K_W05	advanced biophysical methods for the study of nucleic acids and proteins.	P7S_WG
K_W06	in-depth analysis of the correlations and interdependencies of the cellular processes involved in the expression of genetic information, including co-transcription and co-translation processes.	P7S_WG
K_W07	principles for raising research funds, implementing and setting up research projects, protecting intellectual property rights and commercialising research results.	P7S_WK
K_W08	principles for creating and developing various forms of entrepreneurship in the country and around the world.	P7S_WK
K_W09	in-depth development of biopharmaceuticals and their application in modern medicine.	P7S_WK
K_W10	the importance of pre-clinical research in the development of biopharmaceuticals based on proteins or nucleic acids in greater depth.	P7S_WK

Skills: the graduate is able to		
K_U01	design and perform complex experiments, such as in vitro mRNA synthesis, its formulation, and purification of recombinant antibodies.	P7S_UW
K_U02	search and analyse literature, databases and use relevant software to design new drugs or preclinical studies.	P7S_UW
K_U03	critically analyse the results of multi-stage experiments and re-plan accordingly.	P7S_UW
K_U04	take animal tissue samples and isolate RNA or proteins for further molecular analysis.	P7S_UW
K_U05	design microfluidic systems for applications in biological research.	P7S_UW
K_U06	analyse the RNA-seq data, using selected bioinformatics tools and simplified pipelines.	P7S_UW
K_U07	use scientific literature and communicates in English at B2+ level of the Common European Framework of Reference for Languages	P7S_UK
K_U08	take a leading role in the activities of teams, distribute experimental tasks within the team and enforce the responsibilities of team members.	P7S_UO
K_U09	use modern research equipment (for example, nanopore sequencers, nanodrop, bioanalyser, dynamic light scattering).	P7S_UW
K_U10	train themselves, improve acquired skills and support others in doing this.	P7S_UU
K_U11	work with health experts to implement and test new technologies.	P7S_UU

Social competences: the graduate is ready to		
K_K01	critically analyse the market of biological drugs and the sector of biopharmaceutical companies in Poland and understands the market mechanisms in this sector.	P7S_KK
K_K02	Use objective and trusted sources of scientific information.	P7S_KK
K_K03	respects and develops professional ethics in science and bioresearch. plan preclinical animal experiments following ethical principles, applicable law and the guidelines of ethics committees.	P7S_KR
K_K04	critically present and discuss the results of experiments in English in a forum.	P7S_KK
K_K05	fulfilling pro-social commitments, acting in the public interest and thinking and acting in an entrepreneurial manner.	P7S_KO
K_K06	implementation of modern medical technologies to protect health and improve quality of life.	P7S_KO

EXPLANATIONS

The learning outcomes symbol for the programme of study includes:

- letter K – to highlight the fact that the learning outcome refers to the programme of study
- _ (underscore),
- one of the letters W, U and/or K – to mark the category of learning outcomes (W – knowledge (Polish: wiedza), U – skills (Polish: umiejętności), K – social competences (Polish: kompetencje społeczne),
- learning outcome number in a given category, written in the form of two digits (precede the digits 1–9 with a 0).

Classes and/or groups of classes assigned to a given term of studies

Year of studies: first

Course title	Form of classes – number of hours								Total: number of class hours	Total: ECTS points	Programme of study learning outcomes	Academic discipline(s) related to the course
	Lecture	Seminar classes	Seminar	Practical classes	Laboratory classes	Workshops	Project work	Other				
General Biology of RNA and Proteins	30								30	3	K_W01 K_W04 K_W06	biological sciences and chemical sciences
Course Content	General biology of RNA and proteins. RNA in genetic expression, from its discovery to its expanding repertoire. Introduction to the chemistry and structural dynamics of RNA and proteins. Growing field of epitranscriptomics. RNA editing and chemical modifications. RNA life cycle - stability and degradation. Protein biogenesis. Regulation of protein stability by post-translational modifications. Exploring the world of RNA-binding proteins. mRNA localization, transport and subcellular dynamics. Protein sorting and export. Host-pathogen interactions in the context of RNA. RNA-mediated regulation of immunity. Peptides and proteins as immunomodulators. RNA and protein research: future perspectives and directions.											
Learning outcomes assessment	Written exam											
Chemistry of RNA and peptides (from block synthesis to therapeutic applications).	30								30	3	K_W02	chemical sciences

Learning outcomes assessment	Written exam											
Methods for discovery, development, and validation of biologics	30								30	3	K_W05	physical sciences
Course Content	Fundamentals of physicochemical, chromatographic, and biophysical methods important in biologics. Chromatographic and Electrophoretic Techniques. Mass Spectrometry. Spectroscopic Techniques. Size distribution analysis - dynamic and static light scattering. Calorimetry and Thermal Analysis Intramolecular interactions - Surface Plasmon Resonance, Bio-Layer Interferometry, Microscale Thermophoresis. Atomic Force Microscopy, Optical Tweezers, and Single Molecule Techniques. Structural Biology Techniques. Regulatory Requirements and Quality by Design (QbD).											
Learning outcomes assessment	Written exam											
Synthesis and Analysis of Biologics					90				90	9	K_W01 K_W02 K_W05 K_U03 K_U07 K_K02 K_K04	biological sciences chemical sciences medical sciences
Course Content	Introduction, safety course, synthesis and purification of modified building blocks for solid-phase RNA synthesis. Synthesis of mRNA cap analogue (continuation). Purification of the final product, characterisation, and quality control. Automated synthesis of modified DNA oligonucleotide. Selected bioconjugate reactions, modification of peptides or DNA oligonucleotides. Group seminar, presentation of results, and discussion of the results.											
Learning outcomes assessment	Written exam											
Protein production and analysis					90				90	9	K_W04 K_W05 K_W09 K_U01 K_U02	biological sciences physical sciences medical sciences

											K_U03 K_K04 K_K06	
Course Content	Classes offering a choice of workflows. A practical introduction to modern methods of protein extraction, purification and functional analysis, emphasizing key laboratory techniques and instrumentation. The purification of elective proteins will be examined using a variety of markers and chromatographic conditions. Topics covered include the preparation of cell extracts and affinity chromatography for the purification of proteins. RNA polymerase T7, DNA polymerase Phusion, Cas9 nuclease, and the Vaccinia Capping Enzyme (VCE) protein complex. A preliminary evaluation of purification efficiency will be conducted using SDS-PAGE. The course will also cover the functional verification of purified preparations, including activity assays of RNA polymerase T7, Vaccinia cap addition enzyme, Cas9 and Phusion DNA polymerase. Introduction to the principles of mass spectrometry (MS) and sample preparation techniques for MS analysis. Analysis and interpretation of MS results. Mammalian cell expression systems: Overview of expression platforms used in mammalian cells. Purification of the chosen monoclonal antibodies. Evaluation by SDS-PAGE and electron microscopy (EM grid preparation). Biophysical characterization techniques: Dynamic light scattering (DLS), macromolecular analytical light scattering (MALS), circular dichroism spectroscopy (CD), analytical ultracentrifugation and calorimetry (differential scanning and isothermal titration).											
Learning outcomes assessment	Preparation and presentation of a project.											
mRNA Therapeutics (Part 1)					90				90	9	K_W02 K_W03 K_W04 K_W05 K_W09 K_U02 K_U03 K_U06 K_U09 K_K04 K_K06	biological sciences chemical sciences medical sciences

[illegible]

	The first part of the lecture covers the fundamentals of the biopharmaceutical sector and the specific characteristics of biological medicines, including their main classes and therapeutic applications. It then addresses issues relating to the discovery and preclinical research stages, covering the identification of molecular targets, the design of biological molecules, and the preliminary assessment of their efficacy and safety. The next part of the lecture focuses on the development of the biotechnological process. Key technological elements are discussed, such as the selection of expression systems, the optimisation of cell culture conditions, the management of upstream and downstream processes, and the development of medicinal product formulations. Particular emphasis is placed on the issues of process scaling and technology transfer from the laboratory to industrial production, taking into account technological and quality challenges as well as the need for validation. A key component of the lecture covers issues relating to the organisation and implementation of the industrial production of biological medicines. Topics discussed include Good Manufacturing Practice (GMP) standards, quality management systems, product quality control, and characterisation methods. The latter part of the course covers regulatory aspects, including the requirements of regulatory agencies, the principles of preparing documentation, and the relationship between product development and the marketing authorisation process. The final section of the lecture focuses on the business perspective of biopharmaceutical companies. It examines the costs and risks associated with the development and production of biological medicines, project management strategies, collaboration models (outsourcing and in-house), and the importance of time-to-market. The content is supplemented by case studies illustrating the real technological, regulatory and decision-making challenges faced by companies in the biopharmaceutical sector. Designed in this way, the course provides students with an integrated approach to technological, regulatory and business issues, preparing them for careers in the biopharmaceutical industry and in organisations involved in the development and evaluation of biological medicines.											
Learning outcomes assessment	Presentation and discussion of a selected publication or research topic.											
General elective courses									Min. 30	3		

Course Content	Students enrolls to a university-wide course offerings to acquire or deepen their knowledge and skills in academic fields unrelated to their major, aligned with their individual interests or needs, as well as to develop or refine competencies in areas such as social, entrepreneurial, and digital skills, as well as those supporting the green transformation. University-wide courses contribute to the achievement of learning outcomes in general skills, such as the ability to independently plan and pursue lifelong learning. Additionally, depending on the student's choices, these courses may support learning outcomes in the areas of knowledge—for example, understanding selected fundamental dilemmas of contemporary civilization—or social competencies, such as a willingness to fulfill social obligations, co-organize initiatives for the community, or think and act in an entrepreneurial manner. *As part of general university, the student is required to complete 5 ECTS in the field of humanities or social sciences.
Learning outcomes assessment	in accordance with the syllabus.

Total number of ECTS credits (per year): 60

Total number of class hours (per year): 594

Year of studies: second

Course title	Form of classes – number of hours								Total: number of class hours	Total: ECTS points	Programme of study learning outcomes	Academic discipline(s) related to the course
	Lecture	Seminar classes	Seminar	Practical classes	Laboratory classes	Workshops	Project work	Other				
Nucleic acids and proteins as a drug target.	30								30	3	K_W01 K_W02 K_W03 K_W04 K_W06 K_K06	biological sciences medical sciences
Course Content	Engineering protein-based therapeutics through structural and chemical design. Dragging undragable. PROteolysis-Targeting Chimaera (PROTAC) technology and other degron-based systems. Genetic screening for biologics discoveries and their improvement. Undragable cancer genes - targeting KRAS, a success story. Targeting RNA structures with small drug-like molecules. RNATACs: Multispecific small molecules targeting RNA by induced proximity. Lessons from synthetic biology: Advancements in RNA therapeutics and vaccine design. Increasing mRNA stability and specificity and diminishing toxicity. Splicing modulation and targeting. Protein-protein modulations in drug discovery and therapeutic advance. Receptor targeting. Optimisation of protein function. Future perspectives and experimental approaches.											
Learning outcomes assessment	Written exam											
Immunology behind biological drugs	30								30	3	K_W01 K_W02 K_K03	biological sciences medical sciences

Course Content	Introduction to Immunology: Fundamental concepts and techniques. Animal Models in immunology research. Innate Immunity: Macrophages, dendritic cells, and their biology. Adaptive immunity - development, antigens receptors and MHC. Adaptive immunity - effector responses. Immunity against infectious micro-organisms (viral, bacterial, fungal and parasitic infections). Vaccinology: From basics to innovative developments. Disease-Specific Immunology: Allergies and autoimmune diseases, treatment advancements. Immunodeficiency diseases. Cancer and immune system. Experimental clinical methods in modern immunology. Future frontiers of immunology.											
Learning outcomes assessment	Written exam											
Translating Science						30			30	3	K_W07 K_W08 K_W10 K_K01 K_K05 K_K06 K_U11	biological sciences medical sciences
Course Content	“Translating Science” would be an interactive workshop designed for students eager to bridge the gap between academic research and real-world biopharma innovation. In this unique event, students will engage directly with professionals from leading biopharma companies to analyze and solve real case studies drawn from the industry.											
Learning outcomes assessment	Written exam											
Journal club			30						30	3	K_W01 K_K04 K_K02 K_U10	biological sciences chemical sciences medical sciences
Course Content	This will be a structured group activity where students regularly gather to critically read, present, and discuss recent peer-reviewed research articles or most interesting preprints relevant to biological therapeutics. This format keep students updated on new developments, and develop presentation, analytical skills, and foster critical thinking.											
Learning outcomes assessment	Presentation and discussion of a selected publication or research topic											

Preclinical analysis of nucleic acid therapeutics					90				90	9	K_W10 K_U01 K_U02 K_U05 K_K06 K_U11	biological sciences chemical sciences medical sciences
Course Content	This course covers topics related to microfluidic device design, lipid nanoparticle (LNP) formation, in vivo preclinical analysis, transgenic mouse production and molecular characterisation techniques: Detailed content: 1. Introduction to microfluidic devices: Microfluidics fundamentals: principles and applications. Design considerations for microfluidic devices. Materials, step-by-step fabrication techniques, operation and control for microfluidic chips. Integration of microfluidic devices with LNP synthesis processes. Operational parameters affecting LNP formation (flow rates, mixing, etc.). Troubleshooting and optimisation of microfluidic LNP fabrication. 2. Lipid nanoparticle (LNP) formation techniques. Overview of standard bulk methods for LNP preparation. Microfluidic based LNP formation: advantages and challenges. Comparison of standard vs. microfluidic methods for LNP synthesis. Scale-up considerations and reproducibility 3. Detailed characterisation of LNPs. Particle size analysis by dynamic light scattering (DLS). Measurement of zeta potential to determine surface charge. Encapsulation efficiency assessment techniques. Stability and morphology characterisation (e.g. TEM, cryo-EM). 4. <i>In vivo</i> preclinical analysis and administration techniques. Routes of administration: intravenous (IV) and intramuscular (IM). ELISA assays for protein expression analysis (e.g. EPO RNA in liver, lymph nodes, spleen). Biodistribution and pharmacokinetic monitoring in animal models. 5. Overview of CRISPR/Cas9 genome editing. Introduction to CRISPR/Cas9 technology and its applications. Design of guide RNAs and Cas9 components. Delivery methods: microinjection, electroporation, viral vectors. Off-target effects and validation strategies. Microinjection techniques for transgenic mouse production. Embryo collection and preparation for microinjection. Embryo transfer and surgical techniques for transgenic mouse production. Molecular techniques for analysis of transgenic models. Genotyping of mice using PCR-based methods. Interpretation of genotyping results and troubleshooting of PCR assays. 6. Data analysis, interpretation and integration. Analysis of sequencing data from Sanger and Nanopore platforms.											

	Quality control and validation of genome editing results.											
Learning outcomes assessment	Written exam											
Diploma thesis and seminar 1			15		75				90	9	K_W07 K_K02 K_K03 K_K04 K_U07	biological sciences chemical sciences medical sciences physical sciences
Course Content	Completion of research tasks as part of elective MSc projects. Lab work under the guidance and direct supervision of a supervisor/mentor of your choice.											
Learning outcomes assessment	Presentation and discussion of the thesis (research project) assumptions.											
Diploma thesis and seminar 2			15		105				120	12	K_W07 K_K02 K_K03 K_K04 K_U07	biological sciences chemical sciences medical sciences physical sciences
Course Content	Completion of research tasks as part of elective MSc projects. Lab work under the guidance and direct supervision of a supervisor/mentor of your choice.											
Learning outcomes assessment	Presentation and discussion of the thesis (research project) assumptions.											
Antibodies generation and screening.					90				90	9	K_U01 K_U03 K_W01 K_W03 K_W05	biological sciences chemical sciences medical sciences

Learning outcomes assessment	in accordance with the syllabus
-------------------------------------	---------------------------------

Total number of ECTS credits (per year): 60

Total number of class hours (per year): 600

Total number of class hours specified in the programme of study for every field of study, level and profile (for the entire cycle):1194

Percentage share of the number of ECTS credits in the total number of credits for each of the disciplines the field of study has been assigned to.

Area of study	Academic discipline	Percentage share of the number of ECTS credits in the total number of ECTS credits for each academic discipline
Natural sciences	Biological sciences	min. 51%
Natural sciences	Chemical sciences	min. 19%
Natural sciences	Physical sciences	min. 5%
Medical and health sciences	Medical sciences	min. 15%

”

.