

**Program studiów**

# **Biotechnologia**

**drugiego stopnia**

Profil studiów: ogólnoakademicki



## 1. Podstawowe informacje o kierunku

Nazwa kierunku studiów	<b>Biotechnologia</b>
Poziom studiów	<b>drugiego stopnia</b>
Profil studiów	<b>ogólnoakademicki</b>

Nazwa dyscypliny wiodącej, w ramach której uzyskiwana jest ponad połowa efektów uczenia się wraz z określeniem procentowego udziału liczby punktów ECTS dla dyscypliny wiodącej w ogólnej liczbie punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na kierunku

Nazwa dyscypliny wiodącej	Udział
<b>inżynieria chemiczna</b>	<b>64 %</b>

Nazwy pozostałych dyscyplin wraz z określeniem procentowego udziału liczby punktów ECTS dla pozostałych dyscyplin w ogólnej liczbie punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na kierunku

Nazwa dyscypliny	Udział
<b>nauki biologiczne</b>	<b>20 %</b>
<b>nauki chemiczne</b>	<b>16 %</b>

Liczba semestrów	<b>3</b>
Specjalności realizowane na kierunku	Biotechnologia farmaceutyczna Diagnostyka laboratoryjna w biotechnologii Inżynieria procesowa i bioprocessowa Oczyszczanie i analiza produktów biotechnologicznych
Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów	<b>90</b>
Łączna liczba godzin zajęć	Biotechnologia farmaceutyczna: <b>945</b> Diagnostyka laboratoryjna w biotechnologii: <b>945</b> Inżynieria procesowa i bioprocessowa : <b>945</b> Oczyszczanie i analiza produktów biotechnologicznych: <b>945</b>
Wymagania wstępne - rekrutacja	wymagania corocznie określone przez Senat PRz
Po ukończeniu studiów absolwent uzyskuje tytuł zawodowy	magister inżynier
Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia	<p>Absolwent posiada rozszerzoną – w stosunku do studiów pierwszego stopnia – wiedzę z zakresu wybranych zagadnień współczesnej biotechnologii. Absolwent jest przygotowany do prowadzenia badań biotechnologicznych w wybranej specjalności, formułowania koncepcji i projektowania przebiegu procesu biotechnologicznego oraz jego optymalizacji, rozwijania technologii we współpracy ze specjalistami z innych dyscyplin oraz wdrażania procesów i produktów do praktyki. Zna problematykę ochrony środowiska oraz bezpiecznego i zrównoważonego prowadzenia bioprocessów. Umie samodzielnie rozwiązywać zagadnienia biotechnologiczne z zachowaniem zasad prawnych, ekonomicznych oraz etycznych. Zna język angielski w zakresie studiowanego kierunku. Umie organizować pracę grupową i kierować pracą zespołów. Absolwent posiada umiejętności umożliwiające podjęcie pracy w przemyśle, placówkach badawczych, biurach projektowych, sektorach administracji i zarządzania. Absolwent ma wpojone nawyki ustawicznego kształcenia i rozwoju zawodowego oraz jest przygotowany do podjęcia studiów trzeciego stopnia (doktoranckich) lub specjalistycznych studiów podyplomowych.</p> <p>Dzięki interakcji nauczyciel – student, aktywności samorządowej oraz działalności w kołach naukowych absolwent kształtuje swoją postawę społeczną, zyskuje przygotowanie do współpracy z otoczeniem, umiejętność pracy w zespole i wspólnego rozwiązywania zadań w zakresie rozwiązywania problemów technicznych oraz problemów wynikających z funkcjonowania w społeczeństwie.</p>

## 2. Efekty uczenia się

Symbol	Treść	Odniesienia do PRK
K_W01	Posiada poszerzoną wiedzę w zakresie chemii, w tym znajomość nowoczesnych technik analizy instrumentalnej.	<b>P7S_WG</b>
K_W02	Posiada zaawansowaną wiedzę informatyczną pozwalającą na wykorzystanie technik komputerowych i pakietów oprogramowania użytkowego w praktyce biotechnologicznej.	<b>P7S_WG</b>
K_W03	Posiada poszerzoną wiedzę z zakresu biotechnologii molekularnej i chemii związków biologicznie czynnych.	<b>P7S_WG</b>
K_W04	Posiada szczegółową wiedzę z zakresu modelowania, planowania, projektowania, optymalizacji i charakteryzowania procesów biotechnologicznych.	<b>P7S_WG</b>
K_W05	Posiada poszerzoną wiedzę w zakresie złożonych procesów biotechnologicznych obejmującą odpowiedni dobór materiałów oraz aparatury i urządzeń do realizacji tych procesów.	<b>P7S_WG</b>
K_W06	Posiada szczegółową wiedzę dotyczącą metod stosowanych w biotechnologii molekularnej i chemii związków biologicznie czynnych oraz technik rozdzielania i analizy produktów biotechnologicznych.	<b>P7S_WG</b>
K_W07	Posiada wiedzę o najnowszych technikach i trendach rozwoju biotechnologii.	<b>P7S_WG</b>
K_W08	Posiada szczegółową wiedzę z zakresu fizykochemicznych podstaw procesów technologicznych i biotechnologicznych.	<b>P7S_WG</b>
K_W09	Ma wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej w biotechnologii oraz ich uwzględniania w praktyce inżynierskiej.	<b>P7S_WK</b>

K_W10	Ma poszerzoną wiedzę dotyczącą zarządzania, tworzenia, rozwoju i prowadzenia działalności gospodarczej oraz ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego.	P7S_WK
K_U01	Potrafi sprawnie pozyskiwać, krytycznie oceniać i interpretować informacje z literatury, baz danych i innych źródeł, a także formułować na tej podstawie opinie i poprawnie wyciągać wnioski.	P7S_UW
K_U02	Potrafi porozumiewać się w środowisku zawodowym przy użyciu różnych technik, także w języku angielskim stosując poprawną terminologię biotechnologiczną, chemiczną i biologiczną.	P7S_UK
K_U03	Na podstawie danych literaturowych i badań własnych potrafi samodzielnie przygotować pisemne opracowanie naukowe z zakresu biotechnologii uwzględniające cel pracy, metodologię badań, wyniki i ich znaczenie na tle innych podobnych badań.	P7S_UW
K_U04	Ma umiejętność prezentowania wyników badań własnych w postaci prezentacji ustnej.	P7S_UK
K_U05	Potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i realizować proces samokształcenia.	P7S_UU
K_U06	Ma umiejętności językowe na poziomie B2+ oraz umie posługiwać się językiem angielskim w stopniu niezbędnym do posługiwania się specjalistyczną literaturą fachową w zakresie biotechnologii, chemii i biologii.	P7S_UK
K_U07	Potrafi posługiwać się podstawowymi technikami informacyjno-komunikacyjnymi i programami komputerowymi wspomagającymi realizację zadań inżynierskich z zakresu biotechnologii.	P7S_UW
K_U08	W oparciu o zdobytą wiedzę ogólną potrafi zaplanować, przeprowadzić i ocenić przebieg eksperymentu, zinterpretować wyniki i wyciągnąć wnioski.	P7S_UW P7S_UO
K_U09	Posiada umiejętność analizy i rozwiązywania problemów badawczych, związanych z biotechnologią, a w szczególności z ukończoną specjalnością, wykorzystując do tego celu metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne	P7S_UW
K_U10	Przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich potrafi integrować zdobytą wiedzę z zakresu chemii i biotechnologii oraz przedmiotów specjalistycznych.	P7S_UW
K_U11	Stosuje metody analityczne i aparaturę do prowadzenia obserwacji zjawisk biologicznych i pomiarów właściwości fizykochemicznych produktów biotechnologicznych.	P7S_UW
K_U12	Potrafi krytycznie ocenić wyniki badań oraz określić kierunek dalszych badań, prowadzących do rozwiązywania problemów z zakresu chemii i biotechnologii.	P7S_UW
K_U13	Potrafi dokonać krytycznej oceny sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania technologiczne, aparaturowe w zakresie biotechnologii i zaproponować ich ulepszenie.	P7S_UW
K_U14	Ma przygotowanie niezbędne do pracy w środowisku przemysłowym i naukowym oraz zna zasady bezpieczeństwa związane z tą pracą a także potrafi dokonać wstępnej analizy ekonomicznej podejmowanych działań inżynierskich z zakresu biotechnologii.	P7S_UW P7S_UO
K_U15	W oparciu o wiedzę ogólną wyjaśnia podstawowe zjawiska związane z procesami chemicznymi, biotechnologicznymi oraz właściwościami produktów przemysłu biotechnologicznego.	P7S_UW
K_U16	Potrafi zaproponować, ocenić przydatność i zastosować odpowiednie metody analityczne do przeprowadzenia procesu biotechnologicznego.	P7S_UW
K_U17	Posiada umiejętność wykorzystywania wiedzy nabytej w ramach specjalności na kierunku biotechnologia w działalności zawodowej.	P7S_UW
K_K01	Rozumie potrzebę dokształcania się i doskonalenia zawodowego	P7S_KK
K_K02	Ma umiejętność pracy w zespole i świadomość odpowiedzialności za wspólne przedsięwzięcia	P7S_KR
K_K03	Zachowuje się w sposób profesjonalny z przestrzeganiem zasad etyki zawodowej	P7S_KR
K_K04	Rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu informacji o korzystnych i niekorzystnych aspektach działalności związanej z wytwarzaniem i stosowaniem produktów biotechnologicznych oraz potrafi przekazać takie informacje w sposób powszechnie zrozumiały z uwzględnieniem różnych punktów widzenia	P7S_KO

Opis efektów uczenia się zawiera efekty uczenia się, o których mowa w ustawie z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji i uwzględnienia uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia określone w tej ustawie oraz charakterystyki drugiego stopnia określone w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 3 tej ustawy, w tym efekty w zakresie znajomości języka obcego, natomiast w przypadku kierunku studiów kończącego się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera – pełen zakres efektów umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich.

### 3. Plany studiów, ich parametry, metody weryfikacji oraz treści kształcenia

#### 3.1. Biotechnologia farmaceutyczna

##### 3.1.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	45 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	74 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	5 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	58 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	2 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	--

Szczegółowe informacje o:

1. związkach efektów uczenia się efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach ;
2. kluczowych kierunkowych efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, z ukazaniem ich związku z dyscypliną/dyscyplinami, do której/których kierunek jest przyporządkowany;
3. rozwinięcie kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
4. efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, w przypadku kierunków studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera/magistra inżyniera;

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://rrk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=C&K=H&TK=html&S=1171&C=2020>, które stanowią integralną część programu studiów.

### 3.1.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	CF	Analiza instrumentalna biomateriałów	15	0	30	0	45	4	T	
1	CX	Angielska terminologia techniczna	0	30	0	0	30	2	N	
1	ZC	Ekonomiczne, organizacyjne i prawne podstawy działalności gospodarczej	15	0	0	0	15	1	N	
1	CN	Ekonomia zrównoważonego rozwoju	15	0	0	0	15	1	N	
1	CD	Materiały biokompatybilne	10	0	30	0	40	3	N	
1	CB	Metodologia pracy doświadczalnej	5	0	30	0	35	2	N	
1	CN	Metody biotechnologiczne w ochronie środowiska	30	0	30	0	60	5	T	
1	CI	Modelowanie i symulacja bioprocessów	15	0	30	0	45	4	T	
1	ZP	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
1	CN	Przedmiot humanistyczny - etyka i bioetyka	15	0	0	0	15	1	N	
1	CI	Specjalne techniki rozdzielania w biotechnologii	15	0	15	0	30	2	N	
1	CD	Stereochemia	15	0	15	0	30	3	N	
1	CN	Zarządzanie jakością i produktami chemicznymi	15	0	0	0	15	1	N	
<b>Sumy za semestr: 1</b>			<b>180</b>	<b>30</b>	<b>180</b>	<b>0</b>	<b>390</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
2	CB	Analiza mikrobiologiczna	15	0	30	0	45	3	T	
2	CB	Bioinformatyka w farmacji	15	0	15	0	30	2	N	
2	CB	Biologia strukturalna	15	0	0	20	35	3	N	
2	CB	Biotechnologia szczepionek	15	15	0	0	30	2	N	
2	CB	Farmakogenomika	15	0	15	0	30	2	N	
2	CB	Farmakologia molekularna	30	0	15	0	45	3	T	
2	CB	Inżynieria tkankowa i komórkowa	15	0	15	0	30	2	N	
2	CS	Kontrola jakości produktów	15	0	0	15	30	2	N	
2	CN	Metabolomika i lipidomika	15	0	30	0	45	3	T	
2	CN	Podstawy biotechnologii leków	15	15	0	0	30	2	N	
2	CM	Technologia wytwarzania substancji leczniczych	15	0	15	0	30	2	N	
2	CB	Terapeutyczne białka i peptydy	15	0	25	0	40	2	N	
2	CN	Związki biologicznie czynne pochodzenia roślinnego	15	0	15	0	30	2	N	
<b>Sumy za semestr: 2</b>			<b>210</b>	<b>30</b>	<b>175</b>	<b>35</b>	<b>450</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
3	CX	Laboratorium dyplomowe	0	0	90	0	90	8	N	
3	CX	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	20	N	
3	CX	Seminarium dyplomowe	0	15	0	0	15	2	N	
<b>Sumy za semestr: 3</b>			<b>0</b>	<b>15</b>	<b>90</b>	<b>0</b>	<b>105</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b>			<b>390</b>	<b>75</b>	<b>445</b>	<b>35</b>	<b>945</b>	<b>90</b>	<b>6</b>	<b>0</b>

Uwaga, niezliczenie zajęć oznaczonych czerwoną flagą uniemożliwia dokonanie wpisu na kolejny semestr (nawet wówczas gdy sumaryczna liczba punktów ECTS jest mniejsza niż dług dopuszczalny), są to zajęcia kontynuowane w następnym semestrze lub zajęcia, w których nieosiągnięcie wszystkich zakładanych efektów uczenia się nie pozwala na kontynuowanie studiów w innych zajęciach objętych programem studiów następnego semestru.

### 3.1.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu studiów weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny.

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	0
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	11 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	0 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	193 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	23
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	17 godz.

Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	6 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	28 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	17
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	14
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	95 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	2
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	23 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	13
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	71 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=C&K=H&TK=html&S=1171&C=2020>

### 3.1.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=C&K=H&TK=html&S=1171&C=2020>, które stanowią integralną część programu studiów.

Analiza instrumentalna biomateriałów	K_W01, K_U08, K_U11, K_U15, K_U16, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Nowoczesne techniki chromatograficzne i układy rozdzielcze w ilościowej oraz jakościowej analizie próbek biologicznych (UHPLC, GCxGC, MCC GC). Chromatografia oddziaływań hydrofilowych HILIC i żelowa SEC. Metody przygotowania, oczyszczania próbek biologicznych, izolacji analitów z różnych matryc biologicznych: SPE, SPME, Head Space, desorpcja termiczna.</li> <li>Zaawansowane metody spektroskopowe, w tym: spektroskopia i mikrosppektroskopia w podczerwieni oraz ramanowska, wybrane wieloimpulsowe techniki korelacyjne spektroskopii NMR (COSY, TOCSY, HMQC, HSQC, NOESY), metody spektrometrii mas MS (ESI, APCI, APPI, MALDI, SELDI) i MS/MS oraz ich zastosowanie do identyfikacji i analizy strukturalnej wybranych klas związków biologicznie czynnych. Narzędzia bioinformatyczne w analizie strukturalnej biomolekuł.</li> <li>Techniki łączone. Warianty w łączeniu technik przygotowania próbek z metodami rozdzielania oraz metodami do analizy jakościowej i strukturalnej.</li> <li>Oznaczanie zawartości substancji aktywnej w preparatach i produktach naturalnych - badanie interferencyjnego wpływu matrycy na dokładność i precyzję oznaczeń. Naturalne antyutleniacze w produktach roślinnych. Wyodrębnianie, rozdział i analiza metodą RP-HPLC. Analiza triglicerydów w produktach spożywczych metodą GC-MS - określanie struktury i rozróżnianie izomerów konstytucyjnych. Izolacja metyloksantyn z materiału biologicznego metodami ekstrakcji do fazy stałej SPE. Ocena wydajności ekstrakcji metodą HPLC. Identyfikacja kwasów tłuszczowych i monosaharydów na podstawie widm 1H-NMR, 13C NMR oraz korelacyjnych COSY, HSQC i HMBC. Badanie izomerii geometrycznej i konformacyjnej. Zastosowanie chromatografii cieczowej i tandemowej spektrometrii mas LC-MS/MS do analizy identyfikacyjnej i ilościowej wybranych związków.</li> </ul>	
Analiza mikrobiologiczna	K_W03, K_W06, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Patogenność bakterii, wirusów i prionów</li> <li>Zakażenia oportunistyczne, immunoprofilaktyka</li> <li>Identyfikacja bakterii chorobotwórczych. Szeregi biochemiczne.</li> <li>Antybiogramy</li> <li>Właściwości przeciwbakteryjne wybranych związków chemicznych</li> </ul>	
Angielska terminologia techniczna	K_U01, K_U02, K_U06, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Czytanie katalogów odczynników, sprzętu laboratoryjnego oraz chemikaliów i materiałów specjalnych</li> <li>Zapoznanie się ze sposobami publikowania informacji naukowej i technicznej, na przykładzie wybranej publikacji naukowej lub opisu patentowego oraz pozyskiwanie informacji z kompendiów nomenklaturowych</li> <li>Analiza krótkich filmów popularyzatorskich lub reklamowych na temat związany ze studiowanym kierunkiem studiów</li> <li>Czytanie i analiza tekstów zawartych w przepisach preparatywnych publikacji naukowych lub opisów patentowych - zapoznanie się ze słownictwem zawartym w tych opisach</li> <li>Próby tłumaczenia polskich tekstów technicznych na j. angielski</li> <li>Zapoznanie z zasadami przygotowywania prezentacji naukowych lub ustnych wystąpień konferencyjnych</li> </ul>	
Bioinformatyka w farmacji	K_W02, K_U07, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie do chemoinformatyki leków.</li> <li>Metody klasyfikacji próbek. Planowanie doświadczeń w przemyśle farmaceutycznym.</li> <li>Komputerowe wspomaganie modelowania procesów farmaceutycznych</li> <li>Podstawy programowania w języku PERL. Zastosowanie PERL jako narzędzia wspomagania badań w bioinformatyce</li> <li>Analiza podobieństwa sekwencji.</li> <li>Mapy fizyczne i genetyczne</li> <li>Zastosowanie PERL i wyrażeń regularnych w bioinformatyce</li> <li>Podobieństwo ligandów i podobieństwo białek w procesie komputerowego projektowania nowych leków</li> <li>Komputerowe wspomaganie projektowania nowych leków</li> </ul>	
Biologia strukturalna	K_W02, K_W06, K_U02, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie do biologii strukturalnej (budowa białek, kwasów nukleinowych, błon lipidowych i enzymów).</li> <li>Metody wyznaczania struktury przestrzennej biocząsteczek. Modelowanie molekularne: mechanika molekularna.</li> <li>Modelowanie molekularne: dynamika molekularna. Pozyskiwanie i analiza danych strukturalnych.</li> <li>Wykorzystanie danych strukturalnych w badaniach i praktyce przemysłowej.</li> <li>Przewidywanie struktury i funkcji biocząsteczek.</li> <li>Wykorzystanie informacji strukturalnych w rozwiązywaniu wybranego problemu biotechnologicznego.</li> </ul>	
Biotechnologia szczepionek	K_W03, K_W06, K_U15, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>Immunoprofilaktyka – zwiększanie specyficznej odporności na czynniki zakaźne</li> <li>Szczepionki, pojęcie, historia powstawania szczepionek w Europie i na świecie</li> <li>Szczepienie, działanie lecznicze szczepionek, sposoby aplikacji szczepionek</li> <li>Materiał do przygotowania szczepionek, adiuwanty, przechowywanie</li> <li>Przegląd głównych typów szczepionek</li> <li>Szczepionki rekombinowane</li> <li>Szczepionki DNA, szczepionki z delecją genu, wektorowe</li> <li>Syntetyczne szczepionki peptydowe (szczepionki epitopowe), szczepionki chemiczne</li> <li>Autoszczepionki, szczepionki antyidiotypowe</li> <li>Zapasy szczepionek, szczepionki skojarzone, autoszczepionki bakteryjne i drożdżowe</li> <li>Ryzyko przy stosowaniu szczepionek, rewersja, przydatność szczepionek</li> <li>Perspektywy rozwoju i stosowania szczepionek</li> </ul>	
Ekonomiczne, organizacyjne i prawne podstawy działalności gospodarczej	K_W09, K_W10, K_U04, K_U05, K_U07, K_K01, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pojęcie prawa gospodarczego. Źródła prawa gospodarczego. Zakres przedmiotowy i podmiotowy prawa gospodarczego.</li> <li>Działalność gospodarcza. Pojęcie przedsiębiorcy. Prawa i obowiązki przedsiębiorców. Podejmowanie i wykonywanie działalności gospodarczej.</li> <li>Krajowy Rejestr Sądowy. Firma, prokura, pełnomocnictwo.</li> <li>Spółki osobowe: cywilna, jawna, partnerska.</li> <li>Spółki osobowe: komandytowa, komandytowo-akcyjna.</li> <li>Spółki kapitałowe: z ograniczoną odpowiedzialnością, akcyjna.</li> <li>Inne podmioty prawa gospodarczego: spółdzielnie, fundacje, stowarzyszenia, przedsiębiorstwa państwowe.</li> <li>Ogólne zagadnienia umów gospodarczych. Istota i znaczenie umów gospodarczych. Zasada swobody umów. Rodzaje umów.</li> <li>Czynniki kształtujące treść, przygotowanie i tryb zawarcia umowy gospodarczej. Zasady związane z</li> </ul>	

wykonaniem, skutki niewykonania lub nienależytego wykonania umowy. • Wybrane umowy gospodarcze: umowa sprzedaży, dostawy, kontraktacji, agencyjna, komisja, składu, przechowania, najmu, dzierżawy, użyczenia, leasingu, przewozu. Umowy bankowe. Papiery wartościowe.	
Ekonomika zrównoważonego rozwoju	K_W07, K_W09, K_K04
• Gospodarka leśna w Polsce wzorem zrównoważonego rozwoju. • Korporacyjna żywność. • GMO/Roundup-Glifosaf w Polsce i na świecie • Miasta - rozwój zrównoważony. • Strategiczne planowanie lokalnego zrównoważonego rozwoju. Wyzwania zrównoważonego rozwoju w Polsce • Czas życia produktu. Planowane postarzenie produktu. • Gospodarka odpadami-odpady tworzyw sztucznych.	
Farmakogenomika	K_W06, K_W07, K_U02, K_K02
• Metabolizm leków, Indywidualne różnice w reakcji na leki, Objawy uboczne działania leków i mniejsza skuteczność farmakoterapii Wskazania do badania profilu farmakogenetycznego chorego, Wpływ polimorfizmu genetycznego enzymów CYP na farmakokinetykę i farmakodynamikę leków Konsekwencje mutacji genów CYP Zmiany fenotypu specyficzne dla wieku rozwojowego i chorób Genetyczne warianty białkowych transporterów leków Wiązanie leków z wariantami genetycznymi białek osocza Enzymy metabolizujące leki, Glukuronozyltransferazy, N-acetylotransferazy, NAT2 i NAT1 (status acetylatora), S-metyltransferaza tiopuryny (TPMT), Główne enzymy cytochromu P450, ich substraty, inhibitory i substancje indukujące Polimorfizm markerów, genów i receptorów wpływające na farmakodynamikę leków i funkcjonalną czynność białek, Receptory glikokortykosteroidów (GR), Receptory beta-2-adrenergiczne (P2-AR) Zastosowanie farmakogenetyki w psychiatrii, Uzależnienie a farmakogenomika, Farmakogenetyka w chorobach autoimmunologicznych. Molekularna regulacja funkcji układu immunologicznego • Nomenklatura ludzkich cytochromów P450, wyszukiwanie i znaczenie mutacji w zakresie farmakogenomiki (bazy cyalleles, transfermer, pharmGKB, FINDBase). Identyfikacja biomarkerów istotnych przy stosowaniu wybranych leków. Analiza markerów dla wybranych genów CYP, HLA na poziomie DNA i RNA	
Farmakologia molekularna	K_W03, K_U02, K_K02
• Wprowadzenie do farmakologii molekularnej, definicja, terminologia, metodologia i wprowadzenie do uzyskiwania leków • Cykl życiowy komórek prokariotycznych i eukariotycznych, mechanizmy regulatorowe, apoptoza i nekroza • Patogeny komórkowe: wirusy, bakteriofagi ich funkcje w nauce i biotechnologii. Choroby prionowe. • Mechanizmy działania antywirusów, klasyfikacja antywirusów, dezynfekanty i odporność • Lek i błona komórkowa, mechanizmy transportowania, mechanizmy przekazywania sygnałów, kanały jonowe, chemoreceptory, klasyfikacja receptorów, teoria receptorowa • Podstawy enzymologii. Enzymy jądrowe i mitochondrialne, enzymy pozakomórkowe i metabolizm leków, farmakogenetyka i farmakogenomika • Organizacja komórek, tkanek i organów, układy organów, mechanizmy różnicowania komórek. Przekazywanie sygnałów pomiędzy komórkami, potencjał działania, przekaźniki, synapsy. Wpływ tworzenia i przekazywania wzbudzenia lekiem – mechanizm działania. • Mutagenność, nowotworność, nowotwór, mechanizm działania cytostatyków, odporność • Struktura białek i wykorzystanie zmiany struktury białek do tworzenia nowych leków. Znaczenie białka p53. • Molekularna podstawa wyboru stanu patofizjologicznego (choroby neurodegradacyjne, układu krążenia itp.) – molekularny wpływ leków na te stany • Podstawy molekularne immunofarmakologii i immunotoksykologii, zapalenie, alergia. Lek wpływający na system immunologiczny • Lek naturalny pochodzenia roślinnego i zwierzęcego – przygotowanie i rozdział, mechanizm oddziaływań molekularnych w organizmach. • Zastosowanie i wykorzystanie metod molekularnych w farmakologii – biofarmaceutyki • GMO i ich produkty i problemy etyczne biologii molekularnej i farmakologii • Kultury komórkowe – prowadzenie, namnażanie i przygotowanie do testowania nowych leków przeciwnowotworowych • Metody histochemiczne – przygotowanie, metody barwienia, określanie enzymów międzykomórkowych w komórkach • Modelowanie efektów i oddziaływań leków naturalnych i syntetycznych na błony • Metodologia i metody w farmakogenetyce i farmakogenomice – modelowanie enzymobiotyków i innych białek aktywnych biologicznie (ćwiczenia modelowe)	
Inżynieria tkankowa i komórkowa	K_W03, K_K02
• Znajomość podstawowych technik kultur komórkowych i tkankowych, wiedza na temat możliwości zastosowania kultur in vitro w biotechnologii • Wykorzystanie kultur komórkowych w terapii • Znajomość sposobów zakładania oraz utrzymywania hodowli komórkowych oraz zastosowania kultur in vitro w medycynie	
Kontrola jakości produktów	K_W04, K_W09, K_W10, K_U07, K_U10, K_K02, K_K04
• Teoretyczne podstawy zarządzania jakością. Koncepcje terminologiczne. Operacje jakościowe • Koncepcje zarządzania jakością • Znaczenie normalizacji w kształtowaniu jakości. Normy ISO serii 9000 i przedmiotowe. • Terminologia wg normy ISO 9000. • Identyfikacja procesów jakościowych wg normy ISO 9001 • Księga jakości laboratorium badawczo-dydaktycznego wg normy ISO 9001 • Znaczenie akredytacji wg normy ISO 9001. Rodzaje auditów	
Laboratorium dyplomowe	K_U01, K_U08, K_U09, K_U14
• Sporządzenie planu części doświadczalnej pracy dyplomowej. Wykonanie badań/analiz związanych z częścią doświadczalną pracy dyplomowej. Opracowanie wyników. Wyciągnięcie wniosków z przeprowadzonych badań/analiz.	
Materiały biokompatybilne	K_W05, K_W07, K_W08, K_U08, K_U11, K_K01
• Wprowadzenie: Klasyfikacja materiałów biogodnych (biokompatybilnych). Podział i struktury chemiczne i nadcząsteczkowe. Przegląd ważnych materiałów biokompatybilnych polimerowych, ceramicznych i metalicznych • Właściwości fizykochemiczne materiałów biogodnych. Metody analizy właściwości fizykochemiczne materiałów biogodnych: a)oznaczeń mas cząsteczkowych i ich rozkładów dla polimerów: metoda rozpraszania światła, wiskozymetry, osmometry, bulio- i krioskopia. • Metody analizy właściwości fizyko-chemiczne materiałów biogodnych: b)analizy termicznej termogravimetria (TGA), różnicowa kalometria skaningowa (DSC), temperaturowo- modulowana DSC, przewodnictwo termiczne • Przegląd ważnych materiałów biokompatybilnych polimerowych, ceramicznych i metalicznych • Zastosowanie materiałów biokompatybilnych w medycynie, stomatologii i farmacji • Wyznaczanie parametrów przejść fazowych materiału biokompatybilnego (nośniku leku, lub leku) metodą różnicowej kalometrii skaningowej (DSC) • Wyznaczenie ciepła właściwego (implantów układów kostnych) metodą standardowa DSC • Wyznaczenie ciepła właściwego (implantów układów kostnych) metoda temperaturowej modulacji DSC • Badanie procesu polimorfizmu materiałów aktywnych i pomocniczych metodami klometrycznymi • Oznaczenie stopnia krystalizacji materiału biokompatybilnego metoda DSC • Oznaczenie stopnia amorficzności i usztywnionej amorficzności materiału biokompatybilnego metoda DSC	
Metabolomika i lipidomika	K_W01, K_W07, K_U02, K_U09, K_K02
• Metabolom, metabolity, lipidy • podstawy spektrometrii mas, metoda NMR oraz FTIR. metody fluorescencyjne, elektroforeza, rentgenografia strukturalna • metody rozdzielania biocząsteczek - chromatografia, elektroforeza itd. zaawansowane techniki mikroskopowe • Obrazowanie MS obiektu pochodzenia biologicznego • Identyfikacja mikroorganizmów na podstawie badań MS metabolitów i białek • Metabolomika NMR	
Metodologia pracy doświadczalnej	K_W02, K_W04, K_U03, K_U07, K_U08
• Przedmiot badań oraz problemy badawcze i ich formułowanie. Proces badawczy i jego etapy. Przegląd piśmiennictwa przedmiotu badań. Uporządkowanie zebranych informacji, zdefiniowanie problemów niedostatecznie poznanych. Opracowywanie hipotez wyjściowych. Planowanie eksperymentów. • Optymalizacja technik doświadczalnych. Opracowanie i weryfikacja danych eksperymentalnych. Przygotowanie danych do publikacji. • Przegląd piśmiennictwa. Bazy danych analitycznych, zasoby biblioteczne, bazy patentowe. Znalazienie stychnych i zależności wyników badań, zdefiniowanie problemów niedostatecznie poznanych. • Opracowanie hipotez wyjściowych, planowanie eksperymentu. • Rejestracja i weryfikacja wyników, graficzna prezentacja i interpretacja wyników eksperymentu. • Projektowanie i prowadzenie procesów ukierunkowanych na otrzymanie produktów o pożądanych cechach (właściwościach) - systemy klasyfikacyjne, prognostyczne, sztuczne sieci neuronowe. • Optymalizacja technik doświadczalnych. Opracowanie i weryfikacja danych doświadczalnych. • Opracowanie wyników doświadczalnych w formie nadającej się do publikacji.	
Metody biotechnologiczne w ochronie środowiska	K_W05, K_U07, K_U10, K_K02, K_K03
• Część I – chemia i biochemia wybranych procesów biotechnologicznych w ochronie środowiska. Ogólna charakterystyka metod biotechnologicznych wykorzystywanych w ochronie środowiska. ATMOSFERA Zanieczyszczenia pyłowe i gazowe. Rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń. Biologiczne metody oczyszczania powietrza i gazów odlotowych. Mikrobiologiczna deodoryzacja emisji bioprzemysłowych i przemysłowych. HYDROSFERA Podstawy procesów metabolizmu węgla, azotu i fosforu (mechanizmy rozkładu związków organicznych, reakcje nityfikacji i denityfikacji, wewnątrzkomórkowa akumulacja polifosforanów). Mechanizmy biosorpcji, akumulacji i biotransformacji jonów metali. Mikrobiologiczne metody uzdatniania wody do picia. Oczyszczanie ścieków metodami konwencjonalnymi. Biologiczne usuwanie azotu	

<p>mineralnego ze ścieków. Oczyszczanie ścieków w warunkach beztlenowych. LITOSFERA Kompostowanie odpadów organicznych. Biologowanie metali z rud, odpadów i osadów ściekowych (procesy biohydrometalurgiczne). Bioniesulfuryzacja węgla kamiennego i ropy naftowej (biodegradacja węglowodorów). Bioremediacja. Biosensory mikrobiologiczne. Biologiczne metody oceny stanu środowiska (testy toksyczności i testy biodegradacji w ochronie środowiska). • Biodegradacja olejów mineralnych przez mikroorganizmy glebowe. • Zastosowanie grzybów jako biosorbentów w procesach usuwania metali z roztworów wodnych. • Usuwanie barwników ze ścieków z wykorzystaniem biodegradalnych adsorbentów. • Część II. Technologia i inżynieria procesów biotechnologicznych w ochronie środowiska Urządzenia do biologicznego oczyszczania powietrza i gazów odlotowych, konstrukcja, zasada działania, projektowanie. Filtry biologiczne, złoża zraszane, bioskrubery. Urządzenia z jednoczesną sorpcją i biodegradacją zanieczyszczeń oraz układy w których absorpcja zanieczyszczeń jest oddzielona od ich biologicznej degradacji. Uzdantnianie wody przez jednoczesną adsorpcję, wymianę jonową i biodegradację. Procesy membranowe. Rozwiązania aparaturowe, zasady projektowania. Urządzenia do oczyszczania ścieków metodą osadu czynnego: rozwiązania technologiczne i zasady projektowania. Sztuczne złoża biologiczne. Membranowe oczyszczalnie ścieków. Schematy technologiczne oczyszczalni ścieków. Metody napowietrzania ścieków. Osadniki: zasady działania i budowy, zasady projektowania. Stabilizacja osadów ściekowych: biologiczna, chemiczna i termiczna. Fermentacja osadów: zasady prowadzenia procesu, budowa i działanie komór fermentacyjnych, zasady projektowania. Biotechnologiczne metody unieszkodliwiania odpadów stałych. Systemy technologiczne kompostowania odpadów. Projektowanie, budowa i zasady eksploatacji bioreaktorów do prowadzenia procesu kompostowania, przykłady. • Hydrodynamika przepływów jedno i dwufazowych w biofiltrach i bioskruberach. • Oznaczanie parametrów osadu czynnego i jego zdolności do biodegradacji amoniaku • Modelowanie kinetyki procesów biodegradacji zanieczyszczeń</p>	
Modelowanie i symulacja bioprocessów	K_W02, K_W04, K_U07, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01
<p>• Znaczenie modelowania. Wykorzystanie modelu matematycznego do symulacji, projektowania, optymalizacji i przenoszenia skali • Rodzaje modeli matematycznych. Budowa modelu deterministycznego procesu. Równania, nierówności i zmienne modelu. • Techniki obliczeniowe rozwiązywania modeli matematycznych. • Metody modelowania systemów technologicznych, układy acykliczne i cykliczne. • Budowa modelu optymalizacyjnego. Podstawy optymalizacji matematycznej. Niedeterministyczne metody optymalizacji. Zastosowanie optymalizacji matematycznej. • Przypomnienie podstaw pracy w środowisku Matlab. • Modelowanie równowagi ciecz-para • Modelowanie węzłów rozdzielu i mieszania strumieni. • Modelowanie wymiennika ciepła. • Modelowanie procesów rozdzielu mieszanin. • Modelowanie reaktorów i bioreaktorów • Tworzenie i rozwiązywanie modeli optymalizacyjnych</p>	
Ochrona własności intelektualnej	K_W10, K_U17, K_K03
<p>• Autoplagiat - Konstytucyjna gwarancja swobody tworzenia a zarzut autoplagiatu, Autoplagiat w działalności naukowej, Analiza porównawcza autoplagiatu i plagiatu na gruncie polskiego prawa, Konsekwencje prawne autoplagiatu • Prawo cytatu w praktyce - warunki prawidłowego cytowania, cytaty w różnych rodzajach działalności twórczej • Aspekty handlowe prawa własności przemysłowej i ochrona międzynarodowa wynalazku - procedura krajowa, zgłoszenie międzynarodowe, patent europejski • Międzynarodowe aspekty prawa własności intelektualnej - umowa TRIPS, umowa i spór wokół ACTA • Dochodzenie roszczeń z tytułu naruszenia przepisów prawa chroniącego własność intelektualną • Odpowiedzialność karna z tytułu naruszenia praw własności intelektualnej • Zaliczenie</p>	
Podstawy biotechnologii leków	K_W04, K_W07, K_U05, K_K01
<p>• Definicja, znaczenie i historyczne aspekty biotechnologii leków • Podstawowe zagadnienia z zakresu farmakologii • Charakterystyka głównych grup organizmów wykorzystywanych do produkcji biofarmaceutyków • Otrzymywanie i hodowla szczepów wysokowydajnych • Wysokowydajne sposoby poszukiwania substancji farmakologicznie czynnych: systemy high-throughput screening • Przedkliniczne i kliniczne badania potencjalnych leków • Zastosowanie hodowli komórek ssących w biotechnologii leków • Egzamin • Wytwarzanie i izolacja antybiotyków • Białka i kwasy nukleinowe jako leki • Leki immunosupresyjne o potencjale neuroprotektynym • Wytwarzanie szczepionek • Najnowsze trendy w konstruowaniu leków</p>	
Praca dyplomowa	K_U01, K_U05, K_U08, K_U09, K_U12, K_U14, K_K03
<p>• Gromadzenie i analiza literatury przedmiotowej związanej z tematem pracy. Opracowanie koncepcji i sposobu rozwiązania problemu badawczego postawionego w temacie pracy dyplomowej a także opracowanie planu realizacji pracy. Rozwiązanie problemu badawczego postawionego w temacie pracy dyplomowej. Opracowanie uzyskanych wyników rozwiązania i ich krytyczna analiza. Opracowanie wniosków końcowych. • Przygotowanie pracy dyplomowej • Obrona pracy dyplomowej</p>	
Przedmiot humanistyczny - etyka i bioetyka	K_W09, K_K03, K_K04
<p>• Historia i przedmiot bioetyki. Współczesne wyzwania bioetyczne. • Eugenika. Genetyczne modyfikacje człowieka - fakt czy fikcja? • Życie przed urodzeniem. Aborcja. • Nowe technologie reprodukcyjne. Zapłodnienie in vitro. • Trasplantacja i ksenotransplantacja. • Eutanazja: decyzje dotyczące życia i śmierci. • Zagrożenia współczesnego człowieka (narkomania, nikotynizm, broń biologiczna i bioterroryzm, patentowanie genów i biopiractwo). • Eksperymenty na zwierzętach. Wiwisekcja. • Organizmy modyfikowane genetycznie (GMO). Kontrowersje wobec GMO. • Klonowanie. Komórki macierzyste.</p>	
Seminarium dyplomowe	K_U01, K_U02, K_U04, K_U12
<p>• Różnice między realizacją pracy inżynierskiej i magisterskiej. Przypomnienie zasad pisania pracy dyplomowej i przygotowania prezentacji multimedialnej. Cykliczne spotkania ze studentami w celu przedstawiania wyników swoich badań i dyskusja z udziałem studentów i moderatora po prezentacji wyników.</p>	
Specjalne techniki rozdzielania w biotechnologii	K_W03, K_W07, K_U11
<p>• Specyficzne aspekty operacji jednostkowych stosowanych w oczyszczaniu związków biologicznie aktywnych. Izolacja białek za pomocą technik chromatograficznych: chromatografia jonowymienna, hydrofobowa, żelowa, powinowactwa. Izolacja białek za pomocą precipitacji specyficznej i niespecyficznej. Izolacja związków optycznie czynnych za pomocą chromatografii i krystalizacji.</p>	
Stereochemia	K_W01, K_U08, K_U15, K_K01
<p>• Izomeria przestrzenna, podział. Konfiguracja a konformacja. Wyznaczanie konfiguracji względnej i absolutnej, chiralność i prochiralność. Stereochemiczny przebieg reakcji w projekcji Newmana i Fischera. Metody badań struktury stereoizomerów i przemian stereochemicznych: eksperymentalne metody ustalania konfiguracji izomerów geometrycznych i optycznych, analiza konformacyjna, wykorzystanie metod chemicznych i instrumentalnych do badań stereochemicznych. Stereochemia aminokwasów i peptydów, węglowodanów, lipidów, terpenoidów i steroidów. Stereochemia przemian enzymatycznych. • Syntezy z udziałem stereoizomerów.</p>	
Technologia wytwarzania substancji leczniczych	K_W09, K_U13, K_K01, K_K02
<p>• Wiadomości wstępne. Podstawy klasyfikacji leków, pochodzenie leków, czynniki wpływające na działanie leków, działania niepożądane leków. • Omówienie technologii otrzymywania wybranych środków leczniczych z następujących grup farmakologicznych: hormony, alkaloidy i glikozydy, witaminy • Omówienie technologii otrzymywania wybranych środków leczniczych z następujących grup farmakologicznych: środki przeciwbólowe i przeciwgorączkowe, środki przeciwzapalne, środki miejscowo znieczulające, środki uspokajające i nasenne • Omówienie technologii otrzymywania wybranych środków leczniczych z następujących grup farmakologicznych: środki znieczulające, środki psychotropowe, środki sympatykotoniczne i sympatykokolityczne, środki hipotensyjne • Omówienie technologii otrzymywania wybranych środków leczniczych z następujących grup farmakologicznych: środki diuretyczne, przeciwkrzepliwie, środki o działaniu przeciwcukrzycowym, środki przeciwhistaminowe • Technologia postaci leku. Granulki, pigułki, tabletki, drażetki, kapsułki, emulsje farmaceutyczne, maści, kremy, czopki • Synteza 3 preparatów farmaceutycznych w skali laboratoryjnej</p>	
Terapeutyczne białka i peptydy	K_W06, K_U02, K_K02
<p>• Budowa i synteza białek • Wykorzystanie białek w terapii • Wykorzystanie peptydów w terapii • Modyfikowane białka i peptydy • Rozdziały elektroforetyczne białek i peptydów, identyfikacja białek, sekwencjonowanie peptydów</p>	
Zarządzanie jakością i produktami chemicznymi	K_W09, K_W10, K_U14, K_U17, K_K03

• Poziom jakości, elementy i modele systemów jakości. • Działania techniczne, organizacyjne, ekonomiczne i motywacyjne w procesie produkcyjnym w zakresie jakości. • Jakość w zarządzaniu produkcją. • Odpowiedzialność producenta za pełny cykl życia produktu. • Regulacje prawne w zakresie zarządzania chemikaliami (karta bezpieczeństwa substancji, recykling, utylizacja chemikaliów) – programy realizowane przez przemysł chemiczny w tym zakresie. • Zasady bezpieczeństwa w zakresie transportu i przechowywania chemikaliów.

Związki biologicznie czynne pochodzenia roślinnego	K_W03, K_U11, K_K02
<p>• Zagadnienia wstępne: pojęcie – roślinny surowiec leczniczy, czynniki wpływające na jego jakość (zbiór, uprawa, suszenie, przechowywanie), standaryzacja (normy farmakopealne i wytwórcze), składniki chemiczne a związki biologicznie czynne. Definicja metabolitów wtórnych roślin. Metody chemiczne/biotechnologiczne ich wyodrębniania, identyfikacji i oczyszczania. Charakterystyka wybranych metabolitów wtórnych, tj: - glikozydów (flawonoidowe, antocyjanowe, sterydowe, nasercowe, kumarynowe), - alkaloidów (purynowe, indolowe, pirydynowe, tropanowe, chinolinowe, izochinolinowe, nikotynowe, pirolizydynowe, piroolidynowe, piperydynowe, inne), - terpenów (mono-, seskwi-, di-, tri-, tetra- i politerpeny), - fitotoksyn, fitoaleksyn, i antybiotyków pochodzenia roślinnego. Praktyczne wykorzystanie związków należących do metabolitów wtórnych roślin • Izolacja kofeiny z surowców roślinnych. • Otrzymywanie i identyfikacja flawonoidów z wybranego materiału roślinnego. • Badania surowców garbnikowych i oznaczanie zawartości garbników pirogalolowych i pirokatechinowych metodą Kruga i Małka.</p>	

### 3.2. Diagnostyka laboratoryjna w biotechnologii

#### 3.2.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	46 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	76 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	5 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	58 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	2 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	--

Szczegółowe informacje o:

1. związkach efektów uczenia się efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach ;
2. kluczowych kierunkowych efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, z ukazaniem ich związku z dyscypliną/dyscyplinami, do której/których kierunek jest przyporządkowany;
3. rozwinięcie kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
4. efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, w przypadku kierunków studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera/magistra inżyniera;

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=C&K=H&TK=html&S=1172&C=2020>, które stanowią integralną część programu studiów.

#### 3.2.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	CF	Analiza instrumentalna biomateriałów	15	0	30	0	45	4	T	
1	CX	Angielska terminologia techniczna	0	30	0	0	30	2	N	
1	ZC	Ekonomiczne, organizacyjne i prawne podstawy działalności gospodarczej	15	0	0	0	15	1	N	
1	CN	Ekonomika zrównoważonego rozwoju	15	0	0	0	15	1	N	
1	CD	Materiały biokompatybilne	10	0	30	0	40	3	N	
1	CB	Metodologia pracy doświadczalnej	5	0	30	0	35	2	N	
1	CN	Metody biotechnologiczne w ochronie środowiska	30	0	30	0	60	5	T	
1	CI	Modelowanie i symulacja bioprocessów	15	0	30	0	45	4	T	
1	ZP	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
1	CN	Przedmiot humanistyczny - etyka i bioetyka	15	0	0	0	15	1	N	
1	CI	Specjalne techniki rozdzielania w biotechnologii	15	0	15	0	30	2	N	
1	CD	Stereochemia	15	0	15	0	30	3	N	
1	CN	Zarządzanie jakością i produktami chemicznymi	15	0	0	0	15	1	N	
<b>Sumy za semestr: 1</b>			<b>180</b>	<b>30</b>	<b>180</b>	<b>0</b>	<b>390</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
2	CB	Bioinformatyka w diagnostyce	15	0	15	0	30	2	N	
2	CB	Biologia strukturalna	15	0	0	20	35	3	N	
2	CB	Cytogenetyka molekularna	15	0	20	0	35	2	N	
2	CB	Diagnostyka mikrobiologiczna	15	0	30	0	45	3	T	
2	CB	Genomika w diagnostyce i ochronie zdrowia	15	0	15	0	30	2	N	
2	CS	Kontrola jakości produktów	15	0	0	15	30	2	N	
2	CN	Metabolomika i lipidomika	15	0	30	0	45	3	T	



2	CB	Metody inżynierii genetycznej w terapii i diagnostyce	15	0	0	15	30	2	N	
2	CB	Proteomiczne techniki diagnostyczne	15	0	30	0	45	3	T	
2	CB	Wirusologia molekularna	15	0	15	0	30	2	N	
2	CM	Zaawansowane techniki chromatograficzne	15	0	20	0	35	2	N	
2	CN	Zaawansowane techniki mikroskopowe	15	0	15	0	30	2	N	
2	CN	Związki biologiczne czynniki pochodzenia roślinnego	15	0	15	0	30	2	N	
<b>Sumy za semestr: 2</b>			<b>195</b>	<b>0</b>	<b>205</b>	<b>50</b>	<b>450</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
3	CX	Laboratorium dyplomowe	0	0	90	0	90	8	N	
3	CX	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	20	N	
3	CX	Seminarium dyplomowe	0	15	0	0	15	2	N	
<b>Sumy za semestr: 3</b>			<b>0</b>	<b>15</b>	<b>90</b>	<b>0</b>	<b>105</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b>			<b>375</b>	<b>45</b>	<b>475</b>	<b>50</b>	<b>945</b>	<b>90</b>	<b>6</b>	<b>0</b>

Uwaga, niezliczenie zajęć oznaczonych czerwoną flagą uniemożliwia dokonanie wpisu na kolejny semestr (nawet wówczas gdy sumaryczna liczba punktów ECTS jest mniejsza niż dług dopuszczalny), są to zajęcia kontynuowane w następnym semestrze lub zajęcia, w których nieosiągnięcie wszystkich zakładanych efektów uczenia się nie pozwala na kontynuowanie studiów w innych zajęciach objętych programem studiów następnego semestru.

### 3.2.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu studiów weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny.

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	0
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	12 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	0 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	211 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	23
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	21 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	5 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	20 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	18
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	13
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	81 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	3
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	39 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	13
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	71 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=C&K=H&TK=html&S=1172&C=2020>

### 3.2.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=C&K=H&TK=html&S=1172&C=2020>, które stanowią integralną część programu studiów.

Analiza instrumentalna biomateriałów	K_W01, K_U08, K_U11, K_U15, K_U16, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Nowoczesne techniki chromatograficzne i układy rozdzielcze w ilościowej oraz jakościowej analizie próbek biologicznych (UHPLC, GCxGC, MCC GC). Chromatografia oddziaływań hydrofilowych HILIC i żelowa SEC. Metody przygotowania, oczyszczania próbek biologicznych, izolacji analitów z różnych matryc biologicznych: SPE, SPME, Head Space, desorpcja termiczna.</li> <li>Zaawansowane metody spektroskopowe, w tym: spektroskopia i mikro-spektroskopia w podczerwieni oraz ramanowska, wybrane wieloimpulsowe techniki korelacyjne spektroskopii NMR (COSY, TOCSY, HMQC, HSQC, NOESY), metody spektrometrii mas MS (ESI, APCI, APPI, MALDI, SELDI) i MS/MS oraz ich zastosowanie do</li> </ul>	

identyfikacji i analizy strukturalnej wybranych klas związków biologicznie czynnych. Narzędzia bioinformatyczne w analizie strukturalnej biomolekuł. • Techniki łączone. Warianty w łączeniu technik przygotowania próbek z metodami rozdzielania oraz metodami do analizy jakościowej i strukturalnej. • Oznaczanie zawartości substancji aktywnej w preparatach i produktach naturalnych - badanie interferencyjnego wpływu matrycy na dokładność i precyzję oznaczeń. Naturalne antyutleniacze w produktach roślinnych. Wyodrębnianie, rozdział i analiza metodą RP-HPLC. Analiza triglicerydów w produktach spożywczych metodą GC-MS - określanie struktury i różnicowanie izomerów konstytucyjnych. Izolacja metyloksantyn z materiału biologicznego metodami ekstrakcji do fazy stałej SPE. Ocena wydajności ekstrakcji metodą HPLC. Identyfikacja kwasów tłuszczowych i monosaharydów na podstawie widm <sup>1</sup> H-NMR, <sup>13</sup> C NMR oraz korelacyjnych COSY, HSQC i HMBC. Badanie izomerii geometrycznej i konformacyjnej. Zastosowanie chromatografii cieczowej i tandemowej spektrometrii mas LC-MS/MS do analizy identyfikacyjnej i ilościowej wybranych związków.	
Angielska terminologia techniczna	K_U01, K_U02, K_U06, K_K01
• Czytanie katalogów odczynników, sprzęty laboratoryjnego oraz chemikaliów i materiałów specjalnych • Zapoznanie się ze sposobami publikowania informacji naukowej i technicznej, na przykładzie wybranej publikacji naukowej lub opisu patentowego oraz pozyskiwanie informacji z compendiów nomenklaturowych • Analiza krótkich filmów popularyzatorskich lub reklamowych na temat związany ze studiowanym kierunkiem studiów • Czytanie i analiza tekstów zawartych w przepisach preparatywnych publikacji naukowych lub opisów patentowych - zapoznanie się ze słownictwem zawartym w tych opisach • Próby tłumaczenia polskich tekstów technicznych na j. angielski • Zapoznanie z zasadami przygotowywania prezentacji naukowych lub ustnych wystąpień konferencyjnych	
Bioinformatyka w diagnostyce	K_W02, K_U07, K_K02
• Komputerowe wspomaganie diagnostyki laboratoryjnej w biotechnologii • Zbieranie danych eksperymentalnych. Metody klasyfikacji próbek. Przetwarzanie danych eksperymentalnych • Konstrukcja modeli statystycznych, estymacja parametrów oraz ocena istotności wyników wielowymiarowych eksperymentów. • Podstawy programowania w języku PERL. Zastosowanie PERL jako narzędzia wspomagania diagnostyki w biotechnologii • Wyrażenia regularne i ich zastosowania w diagnostyce. • Analiza podobieństwa sekwencji. • Mapy fizyczne i genetyczne • Zastosowanie PERL i wyrażeń regularnych w bioinformatyce i diagnostyce • Komputerowa predykcja genów	
Biologia strukturalna	K_W02, K_W06, K_U02, K_K02
• Wprowadzenie do biologii strukturalnej (budowa białek, kwasów nukleinowych, błon lipidowych i enzymów). • Metody wyznaczania struktury przestrzennej białeczek. • Pozyskiwanie i analiza danych strukturalnych. • Wykorzystanie danych strukturalnych w badaniach i praktyce przemysłowej. • Przewidywanie struktury i funkcji białeczek. • Wykorzystanie informacji strukturalnych w rozwiązaniu wybranego problemu biotechnologicznego.	
Cytogenetyka molekularna	K_W03, K_W06, K_K02
• Wprowadzenie do cytogenetyki klasycznej i molekularnej. Klasyczne metody analizy chromosomów, zasady analizy i zapisu kariotypu. Aberracje chromosomowe liczbowe i strukturalne. Diagnostyka prenatalna – metody, wskazania. • Metody in vivo, in vitro oraz in situ w badaniach cytogenetycznych. Cytogenetyczne skutki uszkodzeń DNA. Apoptoza i nekroza. • Metody analizy cytogenetycznej. Hybrydyzacja in situ wykrywana fluorescencyjnie, jej rozwój i modyfikacje. • Nowoczesne metody diagnostyki cytogenetycznej w medycynie. • Przygotowywanie materiału do badań cytogenetycznych (różne metody wykonywania preparatów) • Analiza kariotypów wybranych komórek roślinnych i/lub zwierzęcych po zastosowaniu różnych metod barwienia. • Zastosowanie metody FISH. • Wykrywanie uszkodzeń DNA – test kometowy.	
Diagnostyka mikrobiologiczna	K_W03, K_W06, K_K02
• Mechanizmy patogenności mikroorganizmów • Zakażenia oportunistyczne, antybiogramy • Immunoprofilaktyka • Właściwości przeciwbakteryjne wybranych związków chemicznych • Identyfikacja mikroorganizmów patogennych. Szeregi biochemiczne.	
Ekonomiczne, organizacyjne i prawne podstawy działalności gospodarczej	K_W09, K_W10, K_U04, K_U05, K_U07, K_K01, K_K02, K_K03
• Pojęcie prawa gospodarczego. Źródła prawa gospodarczego. Zakres przedmiotowy i podmiotowy prawa gospodarczego. • Działalność gospodarcza. Pojęcie przedsiębiorcy. Prawa i obowiązki przedsiębiorców. Podejmowanie i wykonywanie działalności gospodarczej. • Krajowy Rejestr Sądowy. Firma, prokura, pełnomocnictwo. • Spółki osobowe: cywilna, jawna, partnerska. • Spółki osobowe: komandytowa, komandytowo-akcyjna. • Spółki kapitałowe: z ograniczoną odpowiedzialnością, akcyjna. • Inne podmioty prawa gospodarczego: spółdzielnie, fundacje, stowarzyszenia, przedsiębiorstwa państwowe. • Ogólne zagadnienia umów gospodarczych. Istota i znaczenie umów gospodarczych. Zasada swobody umów. Rodzaje umów. • Czynniki kształtujące treść, przygotowanie i tryb zawarcia umowy gospodarczej. Zasady związane z wykonaniem, skutki niewykonania lub nienależytego wykonania umowy. • Wybrane umowy gospodarcze: umowa sprzedaży, dostawy, kontraktacji, agencyjna, komisja, składu, przechowania, najmu, dzierżawy, użyczenia, leasingu, przewozu. Umowy bankowe. Papiery wartościowe.	
Ekonomika zrównoważonego rozwoju	K_W07, K_W09, K_K04
• Gospodarka leśna w Polsce wzorem zrównoważonego rozwoju. • Korporacyjna żywność. • GMO/Roundup-Glifosat w Polsce i na świecie • Miasta - rozwój zrównoważony. • Strategiczne planowanie lokalnego zrównoważonego rozwoju. Wyzwania zrównoważonego rozwoju w Polsce • Czas życia produktu. Planowane postarzanie produktu. • Gospodarka odpadami-odpady tworzyw sztucznych.	
Genomika w diagnostyce i ochronie zdrowia	K_W06, K_K02
• Wstęp do genomiki (podstawowe definicje, historia, głównie koncepcje i działy genomiki); Genomika funkcjonalna: identyfikacja sekwencji kodujących, analiza funkcji genu poprzez mutagenezę, metody analizy ekspresji genów, technologia mikromacierzy DNA; Metody molekularne badania genomu. Analiza sekwencji DNA in silico (narzędzia pozwalające na identyfikację otwartych ramek odczytu, intronów, rejonów promotorowych) Genomika porównawcza; Farmakogenomika Metagenomika mikroorganizmów Perspektywy rozwoju i zastosowań genomiki • Analiza danych z sekwencjonowania następnego generacji; Weryfikacja zmian poziomu ekspresji wybranych genów metodą ΔΔCt. Planowanie doświadczenia dla poznania struktury wybranych elementów genomu w celach diagnostycznych	
Kontrola jakości produktów	K_W04, K_W09, K_W10, K_U07, K_U10, K_K02, K_K04
• Teoretyczne podstawy zarządzania jakością. Koncepcje terminologiczne. Operacje jakościowe • Koncepcje zarządzania jakością • Znaczenie normalizacji w kształtowaniu jakości. Normy ISO serii 9000 i przedmiotowe. • Terminologia wg normy ISO 9000. • Identyfikacja procesów jakościowych wg normy ISO 9001 • Księga jakości laboratorium badawczo-dydaktycznego wg normy ISO 9001 • Znaczenie akredytacji wg normy ISO 9001. Rodzaje auditów	
Laboratorium dyplomowe	K_U01, K_U08, K_U09, K_U14
• Sporządzenie planu części doświadczalnej pracy dyplomowej. Wykonanie badań/analiz związanych z częścią doświadczalną pracy dyplomowej. Opracowanie wyników. Wyciągnięcie wniosków z przeprowadzonych badań/analiz.	
Materiały biokompatybilne	K_W05, K_W07, K_W08, K_U08, K_U11, K_K01
• Wprowadzenie: Klasyfikacja materiałów biogodnych (biokompatybilnych). Podział i struktury chemiczne i nadcząsteczkowe. Przegląd ważnych materiałów biokompatybilnych polimerowych, ceramicznych i metalicznych • Właściwości fizykochemiczne materiałów biogodnych. Metody analizy właściwości fizykochemiczne materiałów biogodnych: a) oznaczeń mas cząsteczkowych i ich rozkładów dla polimerów: metoda rozpraszania światła, wiskozymetry, osmometry, bulio- i krioskopia. • Metody analizy właściwości fizyko-chemiczne materiałów biogodnych: b) analizy termicznej termogravimetria (TGA), różnicowa kalorimetria skaningowa (DSC), temperaturowo- modulowana DSC, przewodnictwo termiczne • Przegląd ważnych materiałów biokompatybilnych polimerowych, ceramicznych i metalicznych • Zastosowanie materiałów biokompatybilnych w medycynie, stomatologii i farmacji • Wyznaczenie parametrów próżni fazowych materiału biokompatybilnego (nośnik leku, lub leku) metodą różnicowej kalorymetrii skaningowej (DSC) • Wyznaczenie ciepła właściwego (implantów układów kostnych) metodą standardowa DSC • Wyznaczenie ciepła właściwego (implantów układów kostnych) metoda temperaturowej modulacji DSC • Badanie procesu polimorfizmu materiałów aktywnych i pomocniczych metodami klorymetrycznymi • Oznaczenie stopnia krystalizacji materiału biokompatybilnego metoda DSC • Oznaczenie stopnia amorficzności i usztywnionej amorficzności materiału biokompatybilnego metoda DSC	
Metabolomika i lipidomika	K_W01, K_W07, K_U02, K_U09, K_K02

• Metabolom, metabolity, lipidy • podstawy spektrometrii mas, metoda NMR oraz FTIR. metody fluorescencyjne, elektroforeza, rentgenografia strukturalna • metody rozdziału biocząsteczek - chromatografia, elektroforeza itd. zaawansowane techniki mikroskopowe	
Metodologia pracy doświadczalnej	K_W02, K_W04, K_U03, K_U07, K_U08
• Przedmiot badań oraz problemy badawcze i ich formułowanie. Proces badawczy i jego etapy. Przegląd piśmiennictwa przedmiotu badań. Uporządkowanie zebranych informacji, zdefiniowanie problemów niedostatecznie poznanych. Opracowywanie hipotez wyjściowych. Planowanie eksperymentów. • Optymalizacja technik doświadczalnych. Opracowanie i weryfikacja danych eksperymentalnych. Przygotowanie danych do publikacji. • Przegląd piśmiennictwa. Bazy danych analitycznych, zasoby biblioteczne, bazy patentowe. Znalazienie stycznych i zależności wyników badań, zdefiniowanie problemów niedostatecznie poznanych. • Opracowanie hipotez wyjściowych, planowanie eksperymentu. • Rejestracja i weryfikacja wyników, graficzna prezentacja i interpretacja wyników eksperymentu. • Projektowanie i prowadzenie procesów ukierunkowanych na otrzymanie produktów o pożądanych cechach (właściwościach) - systemy klasyfikacyjne, prognostyczne, sztuczne sieci neuronowe. • Optymalizacja technik doświadczalnych. Opracowanie i weryfikacja danych doświadczalnych. • Opracowanie wyników doświadczalnych w formie nadającej się do publikacji.	
Metody biotechnologiczne w ochronie środowiska	K_W05, K_U07, K_U10, K_K02, K_K03
• Część I – chemia i biochemia wybranych procesów biotechnologicznych w ochronie środowiska. Ogólna charakterystyka metod biotechnologicznych wykorzystywanych w ochronie środowiska. ATMOSFERA Zanieczyszczenia pyłowe i gazowe. Rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń. Biologiczne metody oczyszczania powietrza i gazów odlotowych. Mikrobiologiczna deodoryzacja emisji bioprzemysłowych i przemysłowych. HYDROSFERA Podstawy procesów metabolizmu węgla, azotu i fosforu (mechanizmy rozkładu związków organicznych, reakcje nityfikacji i denityfikacji, wewnątrzkomórkowa akumulacja polifosforanów). Mechanizmy biosorpcji, akumulacji i biotransformacji jonów metali. Mikrobiologiczne metody uzdatniania wody do picia. Oczyszczanie ścieków metodami konwencjonalnymi. Biologiczne usuwanie azotu mineralnego ze ścieków. Oczyszczanie ścieków w warunkach beztlenowych. LITOSFERA Kompostowanie odpadów organicznych. Biologowanie metali z rud, odpadów i osadów ściekowych (procesy bihydrometalurgiczne). Bidesulfuryzacja węgla kamiennego i ropy naftowej (biodegradacja węglowodorów). Bioremediacja. Biosensory mikrobiologiczne. Biologiczne metody oceny stanu środowiska (testy toksyczności i testy biodegradacji w ochronie środowiska). • Biodegradacja olejów mineralnych przez mikroorganizmy glebowe. • Zastosowanie grzybów jako biosorbentów w procesach usuwania metali z roztworów wodnych. • Usuwanie barwników ze ścieków z wykorzystaniem biodegradowalnych adsorbentów. • Część II. Technologia i inżynieria procesów biotechnologicznych w ochronie środowiska Urządzenia do biologicznego oczyszczania powietrza i gazów odlotowych, konstrukcja, zasada działania, projektowanie. Filtry biologiczne, złoża zraszane, bioskrobry. Urządzenia z jednoczesną sorpcją i biodegradacją zanieczyszczeń oraz układy w których absorpcja zanieczyszczeń jest oddzielona od ich biologicznej degradacji. Uzdatnianie wody przez jednoczesną adsorpcję, wymianę jonową i biodegradację. Procesy membranowe. Rozwiązania aparaturowe, zasady projektowania. Urządzenia do oczyszczania ścieków metodą osadu czynnego: rozwiązania technologiczne i zasady projektowania. Sztuczne złoża biologiczne. Membranowe oczyszczalnie ścieków. Schematy technologiczne oczyszczalni ścieków. Metody napowietrzania ścieków. Osadniki: zasady działania i budowy, zasady projektowania. Stabilizacja osadów ściekowych: biologiczna, chemiczna i termiczna. Fermentacja osadów: zasady prowadzenia procesu, budowa i działanie komór fermentacyjnych, zasady projektowania. Biotechnologiczne metody unieszkodliwiania odpadów stałych. Systemy technologiczne kompostowania odpadów. Projektowanie, budowa i zasady eksploatacji bioreaktorów do prowadzenia procesu kompostowania, przykłady. • Hydrodynamika przepływów jedno i dwufazowych w biofiltrach i bioskrobrych. • Oznaczenie parametrów osadu czynnego i jego zdolności do biodegradacji amoniaku • Modelowanie kinetyki procesów biodegradacji zanieczyszczeń	
Metody inżynierii genetycznej w terapii i diagnostyce	K_W06, K_K02
• Wprowadzenie do inżynierii genomowej, Charakterystyka metody CRISPR i zastosowania w badaniach, Systemy ekspresji CRISPR i metody dostarczania, zastosowania terapeutyczne. Modyfikacje genetyczne organizmów w celach wykorzystania w terapii celowanej i diagnostyce • Identyfikacja mutacji defektywnych dla wybranych genów. Projektowanie konstrukcji genowych dostosowanych do różnych systemów stosowane w terapii genowej, z wykorzystaniem technologii Gateway, wyciszania RNAi i CRISPR. Projektowanie modyfikacji genetycznych ukierunkowanych na tworzenie bioindykatorów.	
Modelowanie i symulacja bioprocessów	K_W02, K_W04, K_U07, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01
• Znaczenie modelowania. Wykorzystanie modelu matematycznego do symulacji, projektowania, optymalizacji i przenoszenia skali • Rodzaje modeli matematycznych. Budowa modelu deterministycznego procesu. Równania, nierówności i zmienne modelu. • Techniki obliczeniowe rozwiązywania modeli matematycznych. • Metody modelowania systemów technologicznych, układy acykliczne i cykliczne. • Budowa modelu optymalizacyjnego. Podstawy optymalizacji matematycznej. Niereterministyczne metody optymalizacji. Zastosowanie optymalizacji matematycznej. • Przypomnienie podstaw pracy w środowisku Matlab. • Modelowanie równowagi ciecz-para • Modelowanie węzłów rozdziału i mieszania strumieni. • Modelowanie wymiennika ciepła. • Modelowanie procesów rozdziału mieszanin. • Modelowanie reaktorów i bioreaktorów • Tworzenie i rozwiązywanie modeli optymalizacyjnych	
Ochrona własności intelektualnej	K_W10, K_U17, K_K03
• Autoplagiat - Konstytucyjna gwarancja swobody tworzenia a zarzut autoplagiatu, Autoplagiat w działalności naukowej, Analiza porównawcza autoplagiatu i plagiatu na gruncie polskiego prawa, Konsekwencje prawne autoplagiatu • Prawo cytatu w praktyce - warunki prawidłowego cytowania, cytaty w różnych rodzajach działalności twórczej • Aspekty handlowe prawa własności przemysłowej i ochrona międzynarodowa wynalazku - procedura krajowa, zgłoszenie międzynarodowe, patent europejski • Międzynarodowe aspekty prawa własności intelektualnej - umowa TRIPS, umowa i spór wokół ACTA • Dochodzenie roszczeń z tytułu naruszenia przepisów prawa chroniącego własność intelektualną • Odpowiedzialność karna z tytułu naruszenia praw własności intelektualnej • Zaliczenie	
Praca dyplomowa	K_U01, K_U05, K_U08, K_U09, K_U12, K_U14, K_K03
• Gromadzenie i analiza literatury przedmiotowej związanej z tematem pracy. Opracowanie koncepcji i sposobu rozwiązania problemu badawczego postawionego w temacie pracy dyplomowej a także opracowanie planu realizacji pracy. Rozwiązanie problemu badawczego postawionego w temacie pracy dyplomowej. Opracowanie uzyskanych wyników rozwiązania i ich krytyczna analiza. Opracowanie wniosków końcowych. • Przygotowanie pracy dyplomowej • Obrona pracy dyplomowej	
Proteomiczne techniki diagnostyczne	K_W06, K_K02
• Budowa białek, proteom człowieka • Proteomiczne markery diagnostyczne • Poszukiwanie markerów proteomicznych • Techniki proteomiczne wykorzystywane w diagnostyce człowieka	
Przedmiot humanistyczny - etyka i bioetyka	K_W09, K_K03, K_K04
• Historia i przedmiot bioetyki. Współczesne wyzwania bioetyczne. • Eugenika. Genetyczne modyfikacje człowieka - fakt czy fikcja? • Życie przed urodzeniem. Aborcja. • Nowe technologie reprodukcyjne. Zapłodnienie in vitro. • Trasplantacja i ksenotransplantacja. • Eutanazja: decyzje dotyczące życia i śmierci. • Zagrożenia współczesnego człowieka (narkomania, nikotynizm, broń biologiczna i bioterroryzm, patentowanie genów i biopiractwo). • Eksperymenty na zwierzętach. Wiwisekcja. • Organizmy modyfikowane genetycznie (GMO). Kontrowersje wobec GMO. • Klonowanie. Komórki macierzyste.	
Seminarium dyplomowe	K_U01, K_U02, K_U04, K_U12
• Różnice między realizacją pracy inżynierskiej i magisterskiej. Przypomnienie zasad pisania pracy dyplomowej i przygotowania prezentacji multimedialnej. Cykliczne spotkania ze studentami w celu przedstawiania wyników swoich badań i dyskusja z udziałem studentów i moderatora po prezentacji wyników.	
Specjalne techniki rozdzielania w biotechnologii	K_W03, K_W07, K_U11
• Specyficzne aspekty operacji jednostkowych stosowanych w oczyszczaniu związków biologicznie aktywnych. Izolacja białek za pomocą technik chromatograficznych: chromatografia jonowymienna, hydrofobowa, żelowa, powinowactwa. Izolacja białek za pomocą precypitacji specyficznej i niespecyficznej. izolacja związków optycznie czynnych za pomocą chromatografii i krystalizacji.	
Stereochemia	K_W01, K_U08, K_U15, K_K01

<p>• Izomeria przestrzenna, podział. Konfiguracja a konformacja. Wyznaczanie konfiguracji względnej i absolutnej, chiralność i prochiralność. Stereochemiczny przebieg reakcji w projekcji Newmana i Fischera. Metody badań struktury stereoizomerów i przemian stereochemicznych: eksperymentalne metody ustalania konfiguracji izomerów geometrycznych i optycznych, analiza konformacyjna, wykorzystanie metod chemicznych i instrumentalnych do badań stereochemicznych. Stereochemia aminokwasów i peptydów, węglowodanów, lipidów, terpenoidów i steroidów. Stereochemia przemian enzymatycznych. • Syntezy z udziałem stereoizomerów.</p>	
Wirusologia molekularna	K_W03, K_W06, K_K02
<p>• Szczegółowa struktura cząstek wirusowych, genomy wirusów. • Cykl replikacyjny wirusów, ekspresja informacji genetycznej, replikacja wirusowych genomów • Zwalczenie i zapobieganie infekcjom wirusowym • Biotechnologiczne wykorzystanie wirusów • Podstawowe techniki wirusologiczne. Podstawowa analiza i manipulacja wirusowymi kwasami nukleinowymi – izolacja wirionowego DNA, analiza restrykcyjna, techniki klonowania kwasów nukleinowych.</p>	
Zaawansowane techniki chromatograficzne	K_W05, K_U11, K_K02
<p>• Nowoczesne metody chromatograficzne (GC, GLC, HPLC, GPC) w analizie produktów biotechnologicznych. Typy detektorów i kolumn chromatograficznych oraz ich zakres stosowności w analizie produktów biotechnologicznych. Zasady doboru warunków oznaczenia w zależności od rodzaju analizowanej próbki w chromatografii gazowej oraz cieczowej. Metody oceny wiarygodności wyników i walidacja metod chromatograficznych. Przykłady najnowszych metod oznaczeń produktów biotechnologicznych za pomocą metod chromatograficznych. • Dobór i optymalizacja metod rozdzielania i oznaczenia jakościowego oraz ilościowego wybranych substancji w produktach biotechnologicznych oraz pochodzenia naturalnego za pomocą takich metod chromatograficznych jak GC, GC-MS, GC-chiral, GPC, HPLC. Walidacja wybranych parametrów jednej z metod wykorzystywanych na zajęciach. Sporządzenie krzywych wzorcowych, przeprowadzenie oznaczeń i opracowanie wyników.</p>	
Zaawansowane techniki mikroskopowe	K_W02, K_U07, K_U09, K_K02
<p>• Historia mikroskopii i rodzaje mikroskopów • Metody tworzenia i utrwalania preparatów • Barwienia preparatów • Barwienia z wykorzystaniem przeciwciał • Rejestracja obrazu mikroskopowego • Podstawy programu ImageJ • Śledzenie losów leków w komórce • Egzamin</p>	
Zarządzanie jakością i produktami chemicznymi	K_W09, K_W10, K_U14, K_U17, K_K03
<p>• Poziom jakości, elementy i modele systemów jakości. • Działania techniczne, organizacyjne, ekonomiczne i motywacyjne w procesie produkcyjnym w zakresie jakości. • Jakość w zarządzaniu produkcją. • Odpowiedzialność producenta za pełny cykl życia produktu. • Regulacje prawne w zakresie zarządzania chemikaliami (karta bezpieczeństwa substancji, recykling, utylizacja chemikaliów) – programy realizowane przez przemysł chemiczny w tym zakresie. • Zasady bezpieczeństwa w zakresie transportu i przechowywania chemikaliów.</p>	
Związki biologicznie czynne pochodzenia roślinnego	K_W03, K_U11, K_K02
<p>• Zagadnienia wstępne: pojęcie – roślinny surowiec leczniczy, czynniki wpływające na jego jakość (zbiór, uprawa, suszenie, przechowywanie), standaryzacja (normy farmakopealne i wytwórcze), składniki chemiczne a związki biologicznie czynne. Definicja metabolitów wtórnych roślin. Metody chemiczne/biotechnologiczne ich wyodrębniania, identyfikacji i oczyszczania. Charakterystyka wybranych metabolitów wtórnych, tj: - glikozydów (flawonoidowe, antocyjanowe, sterydowe, nasercowe, kumarynowe), - alkaloidów (purynowe, indolowe, pirydynowe, tropanowe, chinolinowe, izochinolinowe, nikotynowe, piroolidynowe, piperidynowe, inne), - terpenów (mono-, seskwi-, di-, tri-, tetra- i politerpeny), - fitotoksyn, fitoaleksyn, i antybiotyków pochodzenia roślinnego. Praktyczne wykorzystanie związków należących do metabolitów wtórnych roślin • Izolacja kofeiny z surowców roślinnych. • Otrzymywanie i identyfikacja flawonoidów z wybranego materiału roślinnego. • Badania surowców garbnikowych i oznaczanie zawartości garbników pirogalolowych i pirokatechinowych metodą Kruga i Małka.</p>	

### 3.3. Inżynieria procesowa i bioprocessowa

#### 3.3.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	46 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	73 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	5 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	58 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	2 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	--

Szczegółowe informacje o:

1. związkach efektów uczenia się efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach ;
2. kluczowych kierunkowych efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, z ukazaniem ich związku z dyscypliną/dyscyplinami, do której/których kierunek jest przyporządkowany;
3. rozwinięcie kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
4. efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, w przypadku kierunków studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera/magistra inżyniera;

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=C&K=H&TK=html&S=403&C=2020>, które stanowią integralną część programu studiów.

#### 3.3.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	CF	Analiza instrumentalna biomateriałów	15	0	30	0	45	4	T	
1	CX	Angielska terminologia techniczna	0	30	0	0	30	2	N	
1	ZC	Ekonomiczne, organizacyjne i prawne podstawy działalności gospodarczej	15	0	0	0	15	1	N	
1	CN	Ekonomia zrównoważonego rozwoju	15	0	0	0	15	1	N	
1	CD	Materiały biokompatybilne	10	0	30	0	40	3	N	
1	CB	Metodologia pracy doświadczalnej	5	0	30	0	35	2	N	
1	CN	Metody biotechnologiczne w ochronie środowiska	30	0	30	0	60	5	T	

1	CI	Modelowanie i symulacja bioprocessów	15	0	30	0	45	4	T	
1	ZP	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
1	CN	Przedmiot humanistyczny - etyka i bioetyka	15	0	0	0	15	1	N	
1	CI	Specjalne techniki rozdzielania w biotechnologii	15	0	15	0	30	2	N	
1	CD	Stereochemia	15	0	15	0	30	3	N	
1	CN	Zarządzanie jakością i produktami chemicznymi	15	0	0	0	15	1	N	
<b>Sumy za semestr: 1</b>			<b>180</b>	<b>30</b>	<b>180</b>	<b>0</b>	<b>390</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
2	CS	Kontrola jakości produktów	15	0	0	15	30	2	N	
2	CM	Metody fizykochemiczne w ocenie materiałów	30	0	15	0	45	2	N	
2	CI	Modelowanie dynamiki procesów wymiany masy i ciepła	15	30	0	15	60	4	T	
2	CI	Optymalizacja procesowa w biotechnologii	15	0	30	0	45	4	T	
2	CI	Procesy membranowe	15	15	15	0	45	3	T	
2	CI	Projektowanie zintegrowanych procesów technologicznych	15	0	30	0	45	3	N	
2	CB	Przetwarzanie danych	15	0	15	0	30	2	N	
2	CI	Sterowanie procesami chemicznymi i biochemicznymi	30	0	45	0	75	5	N	
2	CI	Termodynamika procesowa	15	15	15	0	45	3	N	
2	CB	Wybrane techniki bioinformatyczne	15	0	15	0	30	2	N	
<b>Sumy za semestr: 2</b>			<b>180</b>	<b>60</b>	<b>180</b>	<b>30</b>	<b>450</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
3	CX	Laboratorium dyplomowe	0	0	90	0	90	8	N	
3	CX	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	20	N	
3	CX	Seminarium dyplomowe	0	15	0	0	15	2	N	
<b>Sumy za semestr: 3</b>			<b>0</b>	<b>15</b>	<b>90</b>	<b>0</b>	<b>105</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b>			<b>360</b>	<b>105</b>	<b>450</b>	<b>30</b>	<b>945</b>	<b>90</b>	<b>6</b>	<b>0</b>

Uwaga, niezliczenie zajęć oznaczonych czerwoną flagą uniemożliwia dokonanie wpisu na kolejny semestr (nawet wówczas gdy sumaryczna liczba punktów ECTS jest mniejsza niż dług dopuszczalny), są to zajęcia kontynuowane w następnym semestrze lub zajęcia, w których nieosiągnięcie wszystkich zakładanych efektów uczenia się nie pozwala na kontynuowanie studiów w innych zajęciach objętych programem studiów następnego semestru.

### 3.3.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu studiów weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny.

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	0
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	12 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	0 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	135 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	20
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	20 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	6 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	33 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	16
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	12
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	72 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	2
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	19 godz.

Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	12
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	56 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=C&K=H&TK=html&S=403&C=2020>

### 3.3.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=C&K=H&TK=html&S=403&C=2020>, które stanowią integralną część programu studiów.

Analiza instrumentalna biomateriałów	K_W01, K_U08, K_U11, K_U15, K_U16, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Nowoczesne techniki chromatograficzne i układy rozdzielcze w ilościowej oraz jakościowej analizie próbek biologicznych (UHPLC, GCxGC, MCC GC). Chromatografia oddziaływań hydrofilowych HILIC i żelowa SEC. Metody przygotowania, oczyszczania próbek biologicznych, izolacji analitów z różnych matryc biologicznych: SPE, SPME, Head Space, desorpcja termiczna.</li> <li>Zaawansowane metody spektroskopowe, w tym: spektroskopia i mikrospektroskopia w podczerwieni oraz ramanowska, wybrane wieloimpulsowe techniki korelacyjne spektroskopii NMR (COSY, TOCSY, HMQC, HSQC, NOESY), metody spektrometrii mas MS (ESI, APCI, APPI, MALDI, SELDI) i MS/MS oraz ich zastosowanie do identyfikacji i analizy strukturalnej wybranych klas związków biologicznie czynnych. Narzędzia bioinformatyczne w analizie strukturalnej biomolekuł.</li> <li>Techniki łączone. Warianty w łączeniu technik przygotowania próbek z metodami rozdzielania oraz metodami do analizy jakościowej i strukturalnej.</li> <li>Oznaczanie zawartości substancji aktywnej w preparatach i produktach naturalnych - badanie interferencyjnego wpływu matrycy na dokładność i precyzję oznaczeń. Naturalne antyutleniacze w produktach roślinnych. Wyodrębnianie, rozdział i analiza metodą RP-HPLC. Analiza triglicerydów w produktach spożywczych metodą GC-MS - określanie struktury i rozróżnianie izomerów konstytucyjnych. Izolacja metyloksantyn z materiału biologicznego metodami ekstrakcji do fazy stałej SPE. Ocena wydajności ekstrakcji metodą HPLC. Identyfikacja kwasów tłuszczowych i monosaharydów na podstawie widm <sup>1</sup>H-NMR, <sup>13</sup>C NMR oraz korelacyjnych COSY, HSQC i HMBC. Badanie izomerii geometrycznej i konformacyjnej. Zastosowanie chromatografii cieczowej i tandemowej spektrometrii mas LC-MS/MS do analizy identyfikacyjnej i ilościowej wybranych związków.</li> </ul>	
Angielska terminologia techniczna	K_U01, K_U02, K_U06, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Czytanie katalogów odczynników, sprzęty laboratoryjnego oraz chemikaliów i materiałów specjalnych</li> <li>Zapoznanie się ze sposobami publikowania informacji naukowej i technicznej, na przykładzie wybranej publikacji naukowej lub opisu patentowego oraz pozyskiwanie informacji z kompendiów nomenklaturowych</li> <li>Analiza krótkich filmów popularyzatorskich lub reklamowych na temat związany ze studiowanym kierunkiem studiów</li> <li>Czytanie i analiza tekstów zawartych w przepisach preparatywnych publikacji naukowych lub opisów patentowych - zapoznanie się ze słownictwem zawartym w tych opisach</li> <li>Próby tłumaczenia polskich tekstów technicznych na j. angielski</li> <li>Zapoznanie z zasadami przygotowywania prezentacji naukowych lub ustnych wystąpień konferencyjnych</li> </ul>	
Ekonomiczne, organizacyjne i prawne podstawy działalności gospodarczej	K_W09, K_W10, K_U04, K_U05, K_U07, K_K01, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pojęcie prawa gospodarczego. Źródła prawa gospodarczego. Zakres przedmiotowy i podmiotowy prawa gospodarczego.</li> <li>Działalność gospodarcza. Pojęcie przedsiębiorcy. Prawa i obowiązki przedsiębiorców. Podejmowanie i wykonywanie działalności gospodarczej.</li> <li>Krajowy Rejestr Sądowy. Firma, prokura, pełnomocnictwo.</li> <li>Spółki osobowe: cywilna, jawna, partnerska.</li> <li>Spółki osobowe: komandytowa, komandytowo-akcyjna.</li> <li>Spółki kapitałowe: z ograniczoną odpowiedzialnością, akcyjna.</li> <li>Inne podmioty prawa gospodarczego: spółdzielnie, fundacje, stowarzyszenia, przedsiębiorstwa państwowe.</li> <li>Ogólne zagadnienia umów gospodarczych. Istota i znaczenie umów gospodarczych. Zasada swobody umów. Rodzaje umów.</li> <li>Czynniki kształtujące treść, przygotowanie i tryb zawarcia umowy gospodarczej. Zasady związane z wykonaniem, skutki niewykonania lub nienależytego wykonania umowy.</li> <li>Wybrane umowy gospodarcze: umowa sprzedaży, dostawy, kontraktacji, agencyjna, komisja, składu, przechowania, najmu, dzierżawy, użyczenia, leasingu, przewozu. Umowy bankowe. Papiery wartościowe.</li> </ul>	
Ekonomika zrównoważonego rozwoju	K_W07, K_W09, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>Gospodarka leśna w Polsce wzorem zrównoważonego rozwoju.</li> <li>Korporacyjna żywność.</li> <li>GMO/Roundup-Glifosaf w Polsce i na świecie</li> <li>Miasta - rozwój zrównoważony.</li> <li>Strategiczne planowanie lokalnego zrównoważonego rozwoju. Wyzwania zrównoważonego rozwoju w Polsce</li> <li>Czas życia produktu. Planowane postarzenie produktu.</li> <li>Gospodarka odpadami-odpady tworzyw sztucznych.</li> </ul>	
Kontrola jakości produktów	K_W04, K_W09, K_W10, K_U07, K_U10, K_K02, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>Teoretyczne podstawy zarządzania jakością. Koncepcje terminologiczne. Operacje jakościowe</li> <li>Koncepcje zarządzania jakością</li> <li>Znaczenie normalizacji w kształtowaniu jakości. Normy ISO serii 9000 i przedmiotowe.</li> <li>Terminologia wg normy ISO 9000.</li> <li>Identyfikacja procesów jakościowych wg normy ISO 9001</li> <li>Księga jakości laboratorium badawczo-dydaktycznego wg normy ISO 9001</li> <li>Znaczenie akredytacji wg normy ISO 9001. Rodzaje auditów</li> </ul>	
Laboratorium dyplomowe	K_U01, K_U08, K_U09, K_U14
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sporządzenie planu części doświadczałnej pracy dyplomowej. Wykonanie badań/analiz związanych z częścią doświadczałną pracy dyplomowej. Opracowanie wyników. Wyciągnięcie wniosków z przeprowadzonych badań/analiz.</li> </ul>	
Materiały biokompatybilne	K_W05, K_W07, K_W08, K_U08, K_U11, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie: Klasyfikacja materiałów biozgodnych (biokompatybilnych). Podział i struktury chemiczne i nadcząsteczkowe. Przegląd ważnych materiałów biokompatybilnych polimerowych, ceramicznych i metalicznych</li> <li>Właściwości fizykochemiczne materiałów biozgodnych. Metody analizy właściwości fizykochemiczne materiałów biozgodnych: a) oznaczeń mas cząsteczkowych i ich rozkładów dla polimerów: metoda rozpraszania światła, wiskozymetry, osmometry, bulio- i krioscopia.</li> <li>Metody analizy właściwości fizyko-chemiczne materiałów biozgodnych: b) analizy termicznej termogravimetria (TGA), różnicowa kalorimetria skaningowa (DSC), temperaturowo- modulowana DSC, przewodnictwo termiczne</li> <li>Przegląd ważnych materiałów biokompatybilnych polimerowych, ceramicznych i metalicznych</li> <li>Zastosowanie materiałów biokompatybilnych w medycynie, stomatologii i farmacji</li> <li>Wyznaczanie parametrów przejść fazowych materiału biokompatybilnego (nośniku leku, lub leku) metodą różnicowej kalorimetrii skaningowej (DSC)</li> <li>Wyznaczenie ciepła właściwego (implantów układów kostnych) metodą standardowa DSC</li> <li>Wyznaczenie ciepła właściwego (implantów układów kostnych) metoda temperaturowej modulacji DSC</li> <li>Badanie procesu polimorfizmu materiałów aktywnych i pomocniczych metodami klorymetrycznymi</li> <li>Oznaczenie stopnia krystaliczności materiału biokompatybilnego metoda DSC</li> <li>Oznaczenie stopnia amorficzności i usztywnionej amorficzności materiału biokompatybilnego metoda DSC</li> </ul>	
Metodologia pracy doświadczałnej	K_W02, K_W04, K_U03, K_U07, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> <li>Przedmiot badań oraz problemy badawcze i ich formułowanie. Proces badawczy i jego etapy. Przegląd piśmiennictwa przedmiotu badań. Uporządkowanie zebranych informacji, zdefiniowanie problemów niedostatecznie poznanych. Opracowywanie hipotez wyjściowych. Planowanie eksperymentów.</li> <li>Optymalizacja technik doświadczałnych. Opracowanie i weryfikacja danych eksperymentalnych. Przygotowanie danych do publikacji.</li> <li>Przegląd piśmiennictwa. Bazy danych analitycznych, zasoby biblioteczne, bazy patentowe. Znalazienie styczności i zależności wyników badań, zdefiniowanie problemów niedostatecznie poznanych.</li> <li>Opracowanie hipotez wyjściowych, planowanie eksperymentu.</li> <li>Rejestracja i weryfikacja wyników, graficzna prezentacja i interpretacja wyników eksperymentu.</li> <li>Projektowanie i prowadzenie procesów ukierunkowanych na otrzymanie produktów o pożądanym cechach (właściwościach) - systemy klasyfikacyjne, prognostyczne, sztuczne sieci neuronowe.</li> <li>Optymalizacja technik doświadczałnych. Opracowanie i weryfikacja danych doświadczałnych.</li> <li>Opracowanie wyników doświadczałnych w formie nadającej się do publikacji.</li> </ul>	

Metody biotechnologiczne w ochronie środowiska	K_W05, K_U07, K_U10, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Część I – chemia i biochemia wybranych procesów biotechnologicznych w ochronie środowiska. Ogólna charakterystyka metod biotechnologicznych wykorzystywanych w ochronie środowiska. ATMOSFERA Zanieczyszczenia pyłowe i gazowe. Rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń. Biologiczne metody oczyszczania powietrza i gazów odlotowych. Mikrobiologiczna deodoracja emisji bioprzemysłowych i przemysłowych. HYDROSFERA Podstawy procesów metabolizmu węgla, azotu i fosforu (mechanizmy rozkładu związków organicznych, reakcje nityfikacji i denityfikacji, wewnątrzkomórkowa akumulacja polifosforanów). Mechanizmy biosorpcji, akumulacji i biotransformacji jonów metali. Mikrobiologiczne metody uzdatniania wody do picia. Oczyszczanie ścieków metodami konwencjonalnymi. Biologiczne usuwanie azotu mineralnego ze ścieków. Oczyszczanie ścieków w warunkach beztlenowych. LITOSFERA Kompostowanie odpadów organicznych. Biologowanie metali z rud, odpadów i osadów ściekowych (procesy biohydrometalurgiczne). Bidesulfuryzacja węgla kamiennego i ropy naftowej (biodegradacja węglowodorów). Bioremediacja. Biosensory mikrobiologiczne. Biologiczne metody oceny stanu środowiska (testy toksyczności i testy biodegradacji w ochronie środowiska). • Biodegradacja olejów mineralnych przez mikroorganizmy glebowe. • Zastosowanie grzybów jako biosorbentów w procesach usuwania metali z roztworów wodnych. • Usuwanie barwników ze ścieków z wykorzystaniem biodegradowalnych adsorbentów. • Część II. Technologia i inżynieria procesów biotechnologicznych w ochronie środowiska Urządzenia do biologicznego oczyszczania powietrza i gazów odlotowych, konstrukcja, zasada działania, projektowanie. Filtry biologiczne, złoża zraszane, bioskrubery. Urządzenia z jednoczesną sorpcją i biodegradacją zanieczyszczeń oraz układy w których absorpcja zanieczyszczeń jest oddzielona od ich biologicznej degradacji. Uzdatnianie wody przez jednoczesną adsorpcję, wymianę jonową i biodegradację. Procesy membranowe. Rozwiązania aparaturowe, zasady projektowania. Urządzenia do oczyszczania ścieków metodą osadu czynnego: rozwiązania technologiczne i zasady projektowania. Sztuczne złoża biologiczne. Membranowe oczyszczalnie ścieków. Schematy technologiczne oczyszczalni ścieków. Metody napowietrzania ścieków. Osadniki: zasady działania i budowy, zasady projektowania. Stabilizacja osadów ściekowych: biologiczna, chemiczna i termiczna. Fermentacja osadów: zasady prowadzenia procesu, budowa i działanie komór fermentacyjnych, zasady projektowania. Biotechnologiczne metody unieszkodliwiania odpadów stałych. Systemy technologiczne kompostowania odpadów. Projektowanie, budowa i zasady eksploatacji bioreaktorów do prowadzenia procesu kompostowania, przykłady. • Hydrodynamika przepływów jedno i dwufazowych w biofiltrach i bioskruberach. • Oznaczenie parametrów osadu czynnego i jego zdolności do biodegradacji amoniaku • Modelowanie kinetyki procesów biodegradacji zanieczyszczeń</li> </ul>	
Metody fizykochemiczne w ocenie materiałów	K_W05, K_W08
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiały organiczne, metaliczne, ceramiczne i kompozytowe - charakterystyka podstawowych właściwości. • Sposoby przygotowania próbek do procesu analitycznego. • Charakterystyka podstawowych właściwości fizycznych materiałów: gęstość, porowatość, rozpuszczalność, wilgotność, nasiąkliwość, itp. Pomiary lepkości. • Związki wielkocząsteczkowe - rodzaje średnich mas cząsteczkowych polimerów i biopolimerów. • Badanie roztworów polimerów i biopolimerów: oznaczanie mas cząsteczkowych: wiskozymetria, osmometria, ebulio- i krioskopia, metody sedymentacyjne, chromatografia żelowa GPC i MALDI-TOF, itp. • Metody określania wielkości cząstek. Potencjał Zeta. • Metody badań wykorzystujące promieniowanie elektromagnetyczne: statyczne (rayleighowskie) rozpraszanie światła, dynamiczne (quasi-elastyczne) rozpraszanie światła, małokątowe rozpraszanie światła, metody rentgenograficzne (SAXS, WAXS), rozpraszanie neutronów. • Metody badań materiałów w stanie skondensowanym: mikroskopia optyczna i elektronowa, mikroskopia sił atomowych. • Metody analizy termicznej (DSC, TGA, TMA, DMA itd.). • Badanie właściwości elektrycznych, magnetycznych, akustycznych i optycznych materiałów organicznych i biomateriałów.</li> </ul>	
Modelowanie dynamiki procesów wymiany masy i ciepła	K_W05, K_U16
<ul style="list-style-type: none"> <li>• zastosowanie modeli dynamicznych, zasady tworzenia modeli dynamicznych, modele dynamiczne a stacjonarne • Modele dynamiczne podstawowych procesów • modele dynamiczne procesów złożonych</li> </ul>	
Modelowanie i symulacja bioprocessów	K_W02, K_W04, K_U07, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Znaczenie modelowania. Wykorzystanie modelu matematycznego do symulacji, projektowania, optymalizacji i przenoszenia skali • Rodzaje modeli matematycznych. Budowa modelu deterministycznego procesu. Równania, nierówności i zmienne modelu. • Techniki obliczeniowe rozwiązywania modeli matematycznych. • Metody modelowania systemów technologicznych, układy acykliczne i cykliczne. • Budowa modelu optymalizacyjnego. Podstawy optymalizacji matematycznej. Niedeterministyczne metody optymalizacji. Zastosowanie optymalizacji matematycznej. • Przypomnienie podstaw pracy w środowisku Matlab. • Modelowanie równowagi ciecz-para • Modelowanie węzłów rozdzielu i mieszania strumieni. • Modelowanie wymiennika ciepła. • Modelowanie procesów rozdzielu mieszanin. • Modelowanie reaktorów i bioreaktorów • Tworzenie i rozwiązywanie modeli optymalizacyjnych</li> </ul>	
Ochrona własności intelektualnej	K_W10, K_U17, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autoplagiat - Konstytucyjna gwarancja swobody tworzenia a zarzut autoplagiatu, Autoplagiat w działalności naukowej, Analiza porównawcza autoplagiatu i plagiatu na gruncie polskiego prawa, Konsekwencje prawne autoplagiatu • Prawo cytatu w praktyce - warunki prawidłowego cytowania, cytaty w różnych rodzajach działalności twórczej • Aspekty handlowe prawa własności przemysłowej i ochrona międzynarodowa wynalazku - procedura krajowa, zgłoszenie międzynarodowe, patent europejski • Międzynarodowe aspekty prawa własności intelektualnej - umowa TRIPS, umowa i spór wokół ACTA • Dochodzenie roszczeń z tytułu naruszenie przepisów prawa chroniącego własność intelektualną • Odpowiedzialność karna z tytułu naruszenia praw własności intelektualnej • Zaliczenie</li> </ul>	
Optymalizacja procesowa w biotechnologii	K_W04, K_W05, K_U09, K_U10, K_U16
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kryteria optymalności w biotechnologii. • Formułowanie zadań optymalizacji matematycznej. Modele matematyczne procesów i aparatów, identyfikacja parametrów modeli. • Podstawy matematyczne optymalizacji funkcji wielu zmiennych bez ograniczeń. Metody numeryczne optymalizacji funkcji jednej zmiennej bez ograniczeń. • Podstawy matematyczne optymalizacji funkcji wielu zmiennych przy ograniczeniach równościowych i nierównościowych. • Programowanie liniowe. • Wybrane zagadnienia programowania nieliniowego. • Podstawy programowania matematycznego przy zmiennych dyskretnych. • Wybrane stochastyczne metody optymalizacji matematycznej. • Formułowanie zadań optymalizacji matematycznej na przykładach. • Zasady posługiwania się programami komputerowymi wspomagającymi optymalizację matematyczną. • Sformułowanie problemów optymalizacyjnych z zakresu biotechnologii oraz rozwiązanie ich przy pomocy poznanych programów.</li> </ul>	
Praca dyplomowa	K_U01, K_U05, K_U08, K_U09, K_U12, K_U14, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gromadzenie i analiza literatury przedmiotowej związanej z tematem pracy. Opracowanie koncepcji i sposobu rozwiązania problemu badawczego postawionego w temacie pracy dyplomowej a także opracowanie planu realizacji pracy. Rozwiązanie problemu badawczego postawionego w temacie pracy dyplomowej. Opracowanie uzyskanych wyników rozwiązania i ich krytyczna analiza. Opracowanie wniosków końcowych. • Przygotowanie pracy dyplomowej • Obrona pracy dyplomowej</li> </ul>	
Procesy membranowe	K_W04, K_W07, K_U09, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membrany - wprowadzenie - struktury, materiały, wytwarzanie, klasyfikacja. • Procesy membranowe - osmoza odwrócona, nanofiltracja, ultrafiltracja, mikrofiltracja, elektrodializa. • Procesy membranowe - siły napędowe i opory transportu masy. • Modelowanie transportu masy w membranach. • Konstrukcja modułów membranowych. • Opory transportu masy w modułach membranowych. • Praktyczne zastosowania, projektowanie i optymalizacja modułów. • Zastosowanie metod membranowych do rozdzielu mieszanin wieloskładnikowych.</li> </ul>	
Projektowanie zintegrowanych procesów technologicznych	K_W04, K_W05, K_W07, K_U10, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe pojęcia z zakresu integracji procesowej. • Rodzaje sieci wody procesowej • Kryteria optymalizacji w integracji procesów • Modele procesów używających wodę i procesów regeneracji/oczyszczania wody • Model sieci wody procesowej • Metody optymalizacji sieci wody procesowej</li> </ul>	
Przedmiot humanistyczny - etyka i bioetyka	K_W09, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historia i przedmiot bioetyki. Współczesne wyzwania bioetyczne. • Eugenika. Genetyczne modyfikacje człowieka - fakt czy fikcja? • Życie przed urodzeniem. Aborcja. • Nowe technologie reprodukcyjne. Zapłodnienie in vitro. • Trasplantacja i ksenotransplantacja. • Eutanazja: decyzje dotyczące życia i śmierci. • Zagrożenia współczesnego człowieka (narkomania, nikotynizm, broń biologiczna i bioterroryzm, patentowanie genów i biopiractwo). • Eksperymenty na zwierzętach. Wiwisekcja. • Organizmy modyfikowane genetycznie (GMO). Kontrowersje wobec GMO. • Klonowanie. Komórki macierzyste.</li> </ul>	

Przetwarzanie danych	K_W02, K_U07
• Dane analogowe i dyskretne. Metody i urządzenia do dyskretyzacji sygnałów. • Metody wygładzania, tablicowania, różniczkowania, całkowania funkcji dla danych dyskretnych. • Metody przybliżonego rozwiązywania równań algebraicznych i przestępnych. • Tablicowanie i wygładzanie funkcji. • Procedury numeryczne obliczania całek oznaczonych. • Wyszukiwanie punktów charakterystycznych (max, min, punkty przegięcia) dla krzywych eksperymentalnych. • Algorytmy wyznaczania pierwiastków równań - metoda bisekcji, siecznych i stycznych.	
Seminarium dyplomowe	K_U01, K_U02, K_U04, K_U12
• Różnice między realizacją pracy inżynierskiej i magisterskiej. Przypomnienie zasad pisania pracy dyplomowej i przygotowania prezentacji multimedialnej. Cykliczne spotkania ze studentami w celu przedstawiania wyników swoich badań i dyskusja z udziałem studentów i moderatora po prezentacji wyników.	
Specjalne techniki rozdzielania w biotechnologii	K_W03, K_W07, K_U11
• Specyficzne aspekty operacji jednostkowych stosowanych w oczyszczaniu związków biologicznie aktywnych. Izolacja białek za pomocą technik chromatograficznych: chromatografia jonowymienna, hydrofobowa, żelowa, powinowactwa. Izolacja białek za pomocą precipitacji specyficznej i niespecyficznej. Izolacja związków optycznie czynnych za pomocą chromatografii i krystalizacji.	
Stereochemia	K_W01, K_U08, K_U15, K_K01
• Izomeria przestrzenna, podział. Konfiguracja a konformacja. Wyznaczanie konfiguracji względnej i absolutnej, chiralność i prochiralność. Stereochemiczny przebieg reakcji w projekcji Newmana i Fischera. Metody badań struktury stereoizomerów i przemian stereochemicznych: eksperymentalne metody ustalania konfiguracji izomerów geometrycznych i optycznych, analiza konformacyjna, wykorzystanie metod chemicznych i instrumentalnych do badań stereochemicznych. Stereochemia aminokwasów i peptydów, węglowodanów, lipidów, terpenoidów i steroidów. Stereochemia przemian enzymatycznych. • Syntezy z udziałem stereoizomerów.	
Sterowanie procesami chemicznymi i biochemicznymi	K_W04, K_W08, K_U07
• Pojęcia ogólne sterowania i dynamiki procesów. • Podstawy analizy dynamiki procesów. • Podstawowe modele matematyczne typowych procesów inżynierii chemicznej. Metodologia postępowania przy tworzeniu modeli dynamicznych. • Obiekty liniowe i nieliniowe o zmiennych skupionych i rozproszonych. Układy złożone. Symulacja procesów. • Zasady sterowania. Podstawowa ocena układów regulacji • Proste układy sterowania.	
Termodynamika procesowa	K_W02, K_W04, K_U09, K_U15
• Równania stanu płynów, wybrane funkcje termodynamiczne. Przemiany charakterystyczne płynów rzeczywistych. Równania stanu dla roztworów rzeczywistych, obliczanie funkcji termodynamicznych dla roztworów rzeczywistych. Podstawy równowag w układach wielofazowych: fugatywności, aktywności i metody ich obliczania. Równowaga fazowa układu ciecz-ciecz, ciecz-para, ciecz-ciało stałe.	
Wybrane techniki bioinformatyczne	K_W02, K_W06, K_U01, K_U07
• Zastosowanie metod sztucznej inteligencji w bioinformatyce. Sieci neuronowe. • Wstęp do teorii grafów i drzew. Sposoby prezentacji i interpretacji drzew. Metody konstruowania drzew filogenetycznych. • Podobieństwo sekwencji. Wybrane algorytmy dopasowania sekwencji. • Podstawy programowania w języku PERL. Zastosowanie PERL w bioinformatyce • Wyrażenia regularne i ich zastosowania w bioinformatyce. • Analiza podobieństwa sekwencji • Zastosowanie PERL i wyrażeń regularnych do rozwiązywania wybranych problemów w biologii molekularnej • Mapy fizyczne i genetyczne.	
Zarządzanie jakością i produktami chemicznymi	K_W09, K_W10, K_U14, K_U17, K_K03
• Poziom jakości, elementy i modele systemów jakości. • Działania techniczne, organizacyjne, ekonomiczne i motywacyjne w procesie produkcyjnym w zakresie jakości. • Jakość w zarządzaniu produkcją. • Odpowiedzialność producenta za pełny cykl życia produktu. • Regulacje prawne w zakresie zarządzania chemikaliami (karta bezpieczeństwa substancji, recykling, utylizacja chemikaliów) – programy realizowane przez przemysł chemiczny w tym zakresie. • Zasady bezpieczeństwa w zakresie transportu i przechowywania chemikaliów.	

### 3.4. Oczyszczanie i analiza produktów biotechnologicznych

#### 3.4.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	45 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	81 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	5 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	58 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	2 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	--

Szczegółowe informacje o:

1. związkach efektów uczenia się efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach ;
2. kluczowych kierunkowych efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, z ukazaniem ich związku z dyscypliną/dyscyplinami, do której/których kierunek jest przyporządkowany;
3. rozwinięcie kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
4. efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, w przypadku kierunków studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera/magistra inżyniera;

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=C&K=H&TK=html&S=402&C=2020>, które stanowią integralną część programu studiów.

#### 3.4.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	CF	Analiza instrumentalna biomateriałów	15	0	30	0	45	4	T	
1	CX	Angielska terminologia techniczna	0	30	0	0	30	2	N	
1	ZC	Ekonomiczne, organizacyjne i prawne podstawy działalności gospodarczej	15	0	0	0	15	1	N	



1	CN	Ekonomika zrównoważonego rozwoju	15	0	0	0	15	1	N	
1	CD	Materiały biokompatybilne	10	0	30	0	40	3	N	
1	CB	Metodologia pracy doświadczalnej	5	0	30	0	35	2	N	
1	CN	Metody biotechnologiczne w ochronie środowiska	30	0	30	0	60	5	T	
1	CI	Modelowanie i symulacja bioprocessów	15	0	30	0	45	4	T	
1	ZP	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
1	CN	Przedmiot humanistyczny - etyka i bioetyka	15	0	0	0	15	1	N	
1	CI	Specjalne techniki rozdzielania w biotechnologii	15	0	15	0	30	2	N	
1	CD	Stereochemia	15	0	15	0	30	3	N	
1	CN	Zarządzanie jakością i produktami chemicznymi	15	0	0	0	15	1	N	
<b>Sumy za semestr: 1</b>			<b>180</b>	<b>30</b>	<b>180</b>	<b>0</b>	<b>390</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
2	CB	Bioinformatyka w analizie genomu	15	0	30	0	45	3	N	
2	CB	Diagnostyka molekularna	30	0	30	0	60	4	T	
2	CS	Elementy biosyntezy i biodegradacji polimerów	15	0	30	0	45	3	N	
2	CN	Izolacja i identyfikacja biomakromolekuł	30	0	30	0	60	4	T	
2	CS	Kontrola jakości produktów	15	0	0	15	30	2	N	
2	CB	Kultury tkankowe i komórkowe	15	0	30	0	45	3	T	
2	CB	Metody analizy w biologii molekularnej	15	0	30	0	45	3	N	
2	CB	Molekularne podstawy farmakologii	30	0	15	0	45	3	N	
2	CB	Toksykologia środowiska	15	0	15	0	30	2	N	
2	CB	Zaawansowane metody inżynierii genetycznej	15	0	0	0	15	1	N	
2	CN	Związki biologicznie czynne pochodzenia roślinnego	15	0	15	0	30	2	N	
<b>Sumy za semestr: 2</b>			<b>210</b>	<b>0</b>	<b>225</b>	<b>15</b>	<b>450</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
3	CX	Laboratorium dyplomowe	0	0	90	0	90	8	N	
3	CX	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	20	N	
3	CX	Seminarium dyplomowe	0	15	0	0	15	2	N	
<b>Sumy za semestr: 3</b>			<b>0</b>	<b>15</b>	<b>90</b>	<b>0</b>	<b>105</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b>			<b>390</b>	<b>45</b>	<b>495</b>	<b>15</b>	<b>945</b>	<b>90</b>	<b>6</b>	<b>0</b>

Uwaga, niezliczenie zajęć oznaczonych czerwoną flagą uniemożliwia dokonanie wpisu na kolejny semestr (nawet wówczas gdy sumaryczna liczba punktów ECTS jest mniejsza niż dług dopuszczalny), są to zajęcia kontynuowane w następnym semestrze lub zajęcia, w których nieosiągnięcie wszystkich zakładanych efektów uczenia się nie pozwala na kontynuowanie studiów w innych zajęciach objętych programem studiów następnego semestru.

### 3.4.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu studiów weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny.

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	0
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	10 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	0 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	199 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	21
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	18 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	6 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	20 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	17
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	15
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	108 godz.

Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	1
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	7 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	10
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	53 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=C&K=H&TK=html&S=402&C=2020>

### 3.4.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=C&K=H&TK=html&S=402&C=2020>, które stanowią integralną część programu studiów.

Analiza instrumentalna biomateriałów	K_W01, K_U08, K_U11, K_U15, K_U16, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Nowoczesne techniki chromatograficzne i układy rozdzielcze w ilościowej oraz jakościowej analizie próbek biologicznych (UHPLC, GCxGC, MCC GC). Chromatografia oddziaływań hydrofilowych HILIC i żelowa SEC. Metody przygotowania, oczyszczania próbek biologicznych, izolacji analitów z różnych matryc biologicznych: SPE, SPME, Head Space, desorpcja termiczna.</li> <li>Zaawansowane metody spektroskopowe, w tym: spektroskopia i mikrospektroskopia w podczerwieni oraz ramanowska, wybrane wieloimpulsowe techniki korelacyjne spektroskopii NMR (COSY, TOCSY, HMQC, HSQC, NOESY), metody spektrometrii mas MS (ESI, APCI, APPI, MALDI, SELDI) i MS/MS oraz ich zastosowanie do identyfikacji i analizy strukturalnej wybranych klas związków biologicznie czynnych. Narzędzia bioinformatyczne w analizie strukturalnej biomolekuł.</li> <li>Techniki łączone. Warianty w łączeniu technik przygotowania próbek z metodami rozdzielania oraz metodami do analizy jakościowej i strukturalnej.</li> <li>Oznaczenie zawartości substancji aktywnej w preparatach i produktach naturalnych - badanie interferencyjnego wpływu matrycy na dokładność i precyzję oznaczeń. Naturalne antyutleniające w produktach roślinnych. Wyodrębnianie, rozdział i analiza metodą RP-HPLC. Analiza triglicerydów w produktach spożywczych metodą GC-MS - określanie struktury i rozróżnianie izomerów konstytucyjnych. Izolacja metyloksantyn z materiału biologicznego metodami ekstrakcji do fazy stałej SPE. Ocena wydajności ekstrakcji metodą HPLC. Identyfikacja kwasów tłuszczowych i monosaharydów na podstawie widm <sup>1</sup>H-NMR, <sup>13</sup>C NMR oraz korelacyjnych COSY, HSQC i HMBC. Badanie izomerii geometrycznej i konformacyjnej. Zastosowanie chromatografii cieczowej i tandemowej spektrometrii mas LC-MS/MS do analizy identyfikacyjnej i ilościowej wybranych związków.</li> </ul>	
Angielska terminologia techniczna	K_U01, K_U02, K_U06, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Czytanie katalogów odczynników, sprzęty laboratoryjnego oraz chemikaliów i materiałów specjalnych</li> <li>Zapoznanie się ze sposobami publikowania informacji naukowej i technicznej, na przykładzie wybranej publikacji naukowej lub opisu patentowego oraz pozyskiwanie informacji z kompendiów nomenklaturowych</li> <li>Analiza krótkich filmów popularyzatorskich lub reklamowych na temat związany ze studiowanym kierunkiem studiów</li> <li>Czytanie i analiza tekstów zawartych w przepisach preparatywnych publikacji naukowych lub opisów patentowych - zapoznanie się ze słownictwem zawartym w tych opisach</li> <li>Próby tłumaczenia polskich tekstów technicznych na j. angielski</li> <li>Zapoznanie z zasadami przygotowywania prezentacji naukowych lub ustnych wystąpień konferencyjnych</li> </ul>	
Bioinformatyka w analizie genomu	K_W02, K_W06, K_U01, K_U07
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie do zastosowania metod sztucznej inteligencji w komputerowo wspomaganą analizę genomu.</li> <li>Wstęp do teorii grafów i drzew. Sposoby prezentacji i interpretacji drzew. Metody konstruowania drzew filogenetycznych.</li> <li>Ukryte modele Markowa i ich zastosowanie do odkrywania podobieństwa sekwencji. Wybrane algorytmy dopasowania sekwencji.</li> <li>Podstawy programowania w języku PERL. Zastosowanie PERL jako narzędzia analizy genomów.</li> <li>Wyrażenia regularne i ich zastosowania w bioinformatyce.</li> <li>Mapy fizyczne i genetyczne</li> <li>Analiza podobieństwa sekwencji.</li> <li>Generowanie i analiza drzew filogenetycznych</li> <li>Komputerowe rozpoznawanie genów</li> <li>Analiza i wizualizacja układu DNA - białko w procesach restrykcji i ligacji DNA</li> <li>Zastosowanie PERL i wyrażen regularnych w analizie genomu</li> <li>Składanie sekwencji</li> </ul>	
Diagnostyka molekularna	K_W03, K_W07, K_U09, K_U10, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wykorzystanie technik biologii molekularnej w diagnostyce i wprowadzenie diagnostyki molekularnej. Metody amplifikacji kwasów nukleinowych (PCR, LCR i metody izotermalne) PCR (RT-PCR) i real time PCR (Q-PCR) jako techniki w laboratoriach patologii molekularnej</li> <li>Technika fluorescencyjnej hybrydyzacji in situ (FISH). Wyznaczniki fluorescencyjne oraz metody detekcji, spektralny imaging kariotypu (SKI), 4. Porównawcza hybrydyzacja genomowa</li> <li>Zastosowanie mikromacierzy w profilowaniu ekspresji genów. cDNA mikromacierze i czipy oligonukleotydy/DNA. Badanie ekspresji białek jako metoda diagnostyki molekularnej. Techniki sekwencjonowania następczej generacji w diagnostyce człowieka. Identyfikacja organizmów patogennych z zastosowaniem metod immunologicznych. Molekularna diagnostyka chorób dziedzicznych genetycznie. Molekularna diagnostyka chorób zakaźnych wirusowych i bakteryjnych. Metody badania zmienności epigenetycznej w diagnostyce chorób onkologicznych</li> <li>Genotypowanie techniką STR. Detekcja wybranych wirusów. Rybotypowanie. Sekwencjonowanie DNA (Sanger). Real-time PCR (oznaczenia ilościowe i badanie temperatury topnienia). Identyfikacja mutacji strukturalnych (kariotypowanie)</li> </ul>	
Ekonomiczne, organizacyjne i prawne podstawy działalności gospodarczej	K_W09, K_W10, K_U04, K_U05, K_U07, K_K01, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pojęcie prawa gospodarczego. Źródła prawa gospodarczego. Zakres przedmiotowy i podmiotowy prawa gospodarczego.</li> <li>Działalność gospodarcza. Pojęcie przedsiębiorcy. Prawa i obowiązki przedsiębiorców. Podejmowanie i wykonywanie działalności gospodarczej.</li> <li>Krajowy Rejestr Sądowy. Firma, prokura, pełnomocnictwo.</li> <li>Spółki osobowe: cywilna, jawna, partnerska.</li> <li>Spółki osobowe: komandytowa, komandytowo-akcyjna.</li> <li>Spółki kapitałowe: z ograniczoną odpowiedzialnością, akcyjna.</li> <li>Inne podmioty prawa gospodarczego: spółdzielnie, fundacje, stowarzyszenia, przedsiębiorstwa państwowe.</li> <li>Ogólne zagadnienia umów gospodarczych. Istota i znaczenie umów gospodarczych. Zasada swobody umów. Rodzaje umów.</li> <li>Czynniki kształtujące treść, przygotowanie i tryb zawarcia umowy gospodarczej. Zasady związane z wykonaniem, skutki niewykonania lub nienależytego wykonania umowy.</li> <li>Wybrane umowy gospodarcze: umowa sprzedaży, dostawy, kontraktacji, agencyjna, komis, skład, przechowania, najmu, dzierżawy, użyczenia, leasingu, przewozu. Umowy bankowe. Papiery wartościowe.</li> </ul>	
Ekonomika zrównoważonego rozwoju	K_W07, K_W09, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>Gospodarka leśna w Polsce wzorem zrównoważonego rozwoju.</li> <li>Korporacyjna żywność.</li> <li>GMO/Roundup-Glifosat w Polsce i na świecie</li> <li>Miasta - rozwój zrównoważony.</li> <li>Strategiczne planowanie lokalnego zrównoważonego rozwoju. Wyzwania zrównoważonego rozwoju w Polsce</li> <li>Czas życia produktu. Planowane postarzenie produktu.</li> <li>Gospodarka odpadami-odpady tworzy sztucznych.</li> </ul>	
Elementy biosyntezy i biodegradacji polimerów	K_W05, K_U10, K_U11, K_K02, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>Podstawowe właściwości polimerów (masa cząsteczkowa, stopień polimeryzacji, stopień polidispersji, Tg, stopień usieciowania). Przykłady typowych polimerów naturalnych, syntetycznych. Rodzaje enzymów stosowanych do syntezy, modyfikacji i degradacji polimerów. Cechy charakteryzujące enzymy jako katalizatory.</li> <li>Otrzymywanie poliesterów na drodze polimeryzacji enzymatycznej monomerów heterocyklicznych (w tym makrolidów). Mechanizm polireakcji i kinetyka procesu, porównanie polimeryzacji chemicznej i enzymatycznej. Czynniki wpływające na szybkość polimeryzacji z otwarciem pierścienia (temperatura, ilość i rodzaj rozpuszczalnika, rodzaj, stężenie i forma enzymu i inne). Przykłady syntez regioselektywnych i enancjoselektywnych. Otrzymywanie poliesterów w wyniku enzymatycznej polikondensacji.</li> <li>Polimeryzacja enzymatyczna monomerów fenolowych. Mechanizm polireakcji w obecności oksydoreduktaz. Czynniki wpływające na przebieg polimeryzacji (ilość i rodzaj rozpuszczalnika, rodzaj i stężenie enzymu, metoda syntezy).</li> <li>Enzymatyczna polimeryzacja aniliny. Porównanie polimeryzacji chemicznej i</li> </ul>	

enzymatycznej. Wpływ rodzaju enzymu na właściwości polimeru. • Cel i sposoby modyfikacji polimerów. Porównanie metod modyfikacji chemicznej i enzymatycznej (wady i zalety obu sposobów). Metody oceny stopnia modyfikacji polimerów (FTIR, XPS, SEM, SEP i inne). Przykłady enzymatycznej modyfikacji polimerów syntetycznych. Hydroliza i funkcjonalizowanie włókien poliakrylowych, poliestrowych, poliamidowych. Enzymatyczna modyfikacja powierzchni polietylenu. • Otrzymywanie na drodze polimerizacji enzymatycznej wybranych polimerów naturalnych (celuloza, chityna). Mechanizm polireakcji prowadzących do otrzymania polisacharydów. Biotechnologiczna modyfikacja polimerów naturalnych (celuloza, chityna). Enzymatyczna hydroliza polisacharydów (celuloza, skrobia). Schemat działania enzymów amylolitycznych. Otrzymywanie glukozy krystalicznej na drodze enzymatycznej degradacji skrobi. • Rodzaje polimerów biodegradowalnych: polimery naturalne, polimery z wiązaniami podatnymi na hydrolizę, mieszaniny polimerów biodegradowalnych i niedegradowalnych. Główne kierunki biodegradacji polimerów. Czynniki wpływające na biodegradowalność polimeru (struktura polimeru, morfologia, ciężar cząsteczkowy). Sposoby biodegradacji poprzez działanie mikroorganizmów. • Drzewo decyzyjne badania procesu biodegradacji tworzywa. Modyfikacja polimerów w kierunku zwiększenia biodegradowalności ( wszczepianie tzw. „słabych punktów”, kopolimerizacja, wszczepianie soli metali). Zastosowanie polimerów biodegradowalnych. Perspektywy rozwoju w/w polimerów. Testy i normy do badań ( test Sturma, test na szalce Petriego, test kompostowy i in.). Wizualna ocena odporności tworzyw na działanie grzybów.	
Izolacja i identyfikacja biomakromolekuł	K_W06, K_W07, K_U09, K_K01, K_K02
• podstawy spektrometrii mas, metoda NMR oraz FTIR • metody fluorescencyjne, elektroforeza, rentgenografia strukturalna • metody rozdzielania biocząsteczek - chromatografia, elektroforeza itd. zaawansowane techniki mikroskopowe	
Kontrola jakości produktów	K_W04, K_W09, K_W10, K_U07, K_U10, K_K02, K_K04
• Teoretyczne podstawy zarządzania jakością. Koncepcje terminologiczne. Operacje jakościowe • Koncepcje zarządzania jakością • Znaczenie normalizacji w kształtowaniu jakości. Normy ISO serii 9000 i przedmiotowe. • Terminologia wg normy ISO 9000. • Identyfikacja procesów jakościowych wg normy ISO 9001 • Księga jakości laboratorium badawczo-dydaktycznego wg normy ISO 9001 • Znaczenie akredytacji wg normy ISO 9001. Rodzaje auditów	
Kultury tkankowe i komórkowe	K_W03, K_U11
• Znajomość podstawowych technik kultur komórkowych i tkankowych, wiedza na temat możliwości zastosowania kultur in vitro w biotechnologii • Znajomość technik zakładania hodowli komórkowych z linii komórkowych, prowadzenia hodowli oraz pasażowania komórek. • Znajomość zasad pracy w warunkach jałowych • Znajomość podstawowych technik analizy właściwości wybranych linii komórkowych.	
Laboratorium dyplomowe	K_U01, K_U08, K_U09, K_U14
• Sporządzenie planu części doświadczalnej pracy dyplomowej. Wykonanie badań/analiz związanych z częścią doświadczalną pracy dyplomowej. Opracowanie wyników. Wyciągnięcie wniosków z przeprowadzonych badań/analiz.	
Materiały biokompatybilne	K_W05, K_W07, K_W08, K_U08, K_U11, K_K01
• Wprowadzenie: Klasyfikacja materiałów biozgodnych (biokompatybilnych). Podział i struktury chemiczne i nadcząsteczkowe. Przegląd ważnych materiałów biokompatybilnych polimerowych, ceramicznych i metalicznych • Właściwości fizykochemiczne materiałów biozgodnych. Metody analizy właściwości fizykochemiczne materiałów biozgodnych: a) oznaczeń mas cząsteczkowych i ich rozkładów dla polimerów: metoda rozpraszania światła, wiskozymetria, osmometria, bulio- i krioskopia. • Metody analizy właściwości fizyko-chemiczne materiałów biozgodnych: b) analizy termicznej termogravimetria (TGA), różnicowa kalometria skaningowa (DSC), temperaturowo- modulowana DSC, przewodnictwo termiczne • Przegląd ważnych materiałów biokompatybilnych polimerowych, ceramicznych i metalicznych • Zastosowanie materiałów biokompatybilnych w medycynie, stomatologii i farmacji • Wyznaczanie parametrów próżni fazowych materiału biokompatybilnego (nośnik leku, lub leku) metodą różnicowej kalorymetrii skaningowej (DSC) • Wyznaczenie ciepła właściwego (implantów układów kostnych) metodą standardowa DSC • Wyznaczenie ciepła właściwego (implantów układów kostnych) metodą temperaturowej modulacji DSC • Badanie procesu polimorfizmu materiałów aktywnych i pomocniczych metodami klorymetrycznymi • Oznaczenie stopnia krystalizacji materiału biokompatybilnego metoda DSC • Oznaczenie stopnia amorficzności i usztywnionej amorficzności materiału biokompatybilnego metoda DSC	
Metodologia pracy doświadczalnej	K_W02, K_W04, K_U03, K_U07, K_U08
• Przedmiot badań oraz problemy badawcze i ich formułowanie. Proces badawczy i jego etapy. Przegląd piśmiennictwa przedmiotu badań. Uporządkowanie zebranych informacji, zdefiniowanie problemów niedostatecznie poznanych. Opracowywanie hipotez wyjściowych. Planowanie eksperymentów. • Optymalizacja technik doświadczalnych. Opracowanie i weryfikacja danych eksperymentalnych. Przygotowanie danych do publikacji. • Przegląd piśmiennictwa. Bazy danych analitycznych, zasoby biblioteczne, bazy patentowe. Znalazienie stycznych i zależności wyników badań, zdefiniowanie problemów niedostatecznie poznanych. • Opracowanie hipotez wyjściowych, planowanie eksperymentu. • Rejestracja i weryfikacja wyników, graficzna prezentacja i interpretacja wyników eksperymentu. • Projektowanie i prowadzenie procesów ukierunkowanych na otrzymanie produktów o pożądanych cechach (właściwościach) - systemy klasyfikacyjne, prognostyczne, sztuczne sieci neuronowe. • Optymalizacja technik doświadczalnych. Opracowanie i weryfikacja danych doświadczalnych. • Opracowanie wyników doświadczalnych w formie nadającej się do publikacji.	
Metody analizy w biologii molekularnej	K_W06, K_W07, K_U05, K_U09, K_U10, K_U11, K_K02
• Izolacja białek, elektroforeza dwukierunkowa białek, techniki identyfikacji białek • Technologie oparte na DNA i RNA • Technologie oparte na przeciwciałach • Techniki proteomiczne • Białka rekombinowane i ich inżynieria • Organizmy transgeniczne	
Metody biotechnologiczne w ochronie środowiska	K_W05, K_U07, K_U10, K_K02, K_K03
• Część I – chemia i biochemia wybranych procesów biotechnologicznych w ochronie środowiska. Ogólna charakterystyka metod biotechnologicznych wykorzystywanych w ochronie środowiska. ATMOSFERA Zanieczyszczenia pyłowe i gazowe. Rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń. Biologiczne metody oczyszczania powietrza i gazów odlotowych. Mikrobiologiczna deodoryzacja emisji bioprzemysłowych i przemysłowych. HYDROSFERA Podstawy procesów metabolizmu węgla, azotu i fosforu (mechanizmy rozkładu związków organicznych, reakcje nityfikacji i denityfikacji, wewnątrzkomórkowa akumulacja polifosforanów). Mechanizmy biosorpcji, akumulacji i biotransformacji jonów metali. Mikrobiologiczne metody uzdatniania wody do picia. Oczyszczanie ścieków metodami konwencjonalnymi. Biologiczne usuwanie azotu mineralnego ze ścieków. Oczyszczanie ścieków w warunkach beztlenowych. LITOSFERA Kompostowanie odpadów organicznych. Biologowanie metali z rud, odpadów i osadów ściekowych (procesy bihydrometalurgiczne). Bidesulfuryzacja węgla kamiennego i ropy naftowej (biodegradacja węglowodorów). Bioremediacja. Biosensory mikrobiologiczne. Biologiczne metody oceny stanu środowiska (testy toksyczności i testy biodegradacji w ochronie środowiska). • Biodegradacja olejów mineralnych przez mikroorganizmy glebowe. • Zastosowanie grzybów jako biosorbentów w procesach usuwania metali z roztworów wodnych. • Usuwanie barwników ze ścieków z wykorzystaniem biodegradowalnych adsorbentów. • Część II. Technologia i inżynieria procesów biotechnologicznych w ochronie środowiska Urządzenia do biologicznego oczyszczania powietrza i gazów odlotowych, konstrukcja, zasada działania, projektowanie. Filtry biologiczne, złoża zraszane, bioskrubery. Urządzenia z jednoczesną sorpcją i biodegradacją zanieczyszczeń oraz układy w których absorpcja zanieczyszczeń jest oddzielona od ich biologicznej degradacji. Uzdatnianie wody przez jednoczesną adsorpcję, wymianę jonową i biodegradację. Procesy membranowe. Rozwiązania aparaturowe, zasady projektowania. Urządzenia do oczyszczania ścieków metodą osadu czynnego: rozwiązania technologiczne i zasady projektowania. Sztuczne złoża biologiczne. Membranowe oczyszczalnie ścieków. Schematy technologiczne oczyszczalni ścieków. Metody napowietrzania ścieków. Osadniki: zasady działania i budowy, zasady projektowania. Stabilizacja osadów ściekowych: biologiczna, chemiczna i termiczna. Fermentacja osadów: zasady prowadzenia procesu, budowa i działanie komór fermentacyjnych, zasady projektowania. Biotechnologiczne metody unieszkodliwiania odpadów stałych. Systemy technologiczne kompostowania odpadów. Projektowanie, budowa i zasady eksploatacji bioreaktorów do prowadzenia procesu kompostowania, przykłady. • Hydrodynamika przepływów jedno i dwufazowych w biofiltrach i bioskruberach. • Oznaczenie parametrów osadu czynnego i jego zdolności do biodegradacji amoniaku • Modelowanie kinetyki procesów biodegradacji zanieczyszczeń	
Modelowanie i symulacja bioprocessów	K_W02, K_W04, K_U07, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01

<ul style="list-style-type: none"> <li>Znaczenie modelowania. Wykorzystanie modelu matematycznego do symulacji, projektowania, optymalizacji i przenoszenia skali</li> <li>Rodzaje modeli matematycznych. Budowa modelu deterministycznego procesu. Równania, nierówności i zmienne modelu.</li> <li>Techniki obliczeniowe rozwiązywania modeli matematycznych.</li> <li>Metody modelowania systemów technologicznych, układy acykliczne i cykliczne.</li> <li>Budowa modelu optymalizacyjnego. Podstawy optymalizacji matematycznej. Niedeterministyczne metody optymalizacji. Zastosowanie optymalizacji matematycznej.</li> <li>Przypomnienie podstaw pracy w środowisku Matlab.</li> <li>Modelowanie równowagi ciecz-para</li> <li>Modelowanie węzłów rozdzielu i mieszania strumieni.</li> <li>Modelowanie wymiennika ciepła.</li> <li>Modelowanie procesów rozdzielu mieszanin.</li> <li>Modelowanie reaktorów i bioreaktorów</li> <li>Tworzenie i rozwiązywanie modeli optymalizacyjnych</li> </ul>	K_W03, K_U15, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie do farmakologii molekularnej, definicja, terminologia, metodologia i wprowadzenie do uzyskiwania leków</li> <li>Cykl życiowy komórek prokariotycznych i eukariotycznych, mechanizmy regulatorowe, apoptoza i nekroza</li> <li>Patogeny komórkowe: wirusy, bakteriofagi ich funkcje w nauce i biotechnologii. Choroby prionowe.</li> <li>Mechanizmy działania antywirusów, klasyfikacja antywirusów, dezynfekanty i odporność</li> <li>Leki i błona komórkowa, mechanizmy transportowania, mechanizmy przekazywania sygnałów, kanały jonowe, chemoreceptory, klasyfikacja receptorów, teoria receptorowa</li> <li>Podstawy enzymologii. Enzymy jądrowe i mitochondrialne, enzymy pozakomórkowe i metabolizm leków, farmakogenetyka i farmakogenomika</li> <li>Organizacja komórek, tkanek i organów, układy organów, mechanizmy różnicowania komórek. Przekazywanie sygnałów pomiędzy komórkami, potencjał działania, przekaźniki, synapsy. Wpływ tworzenia i przekazywania wzbudzenia lekiem – mechanizm działania.</li> <li>Mutagenność, kancerogenność, nowotwór, mechanizm działania cytostatyków, odporność</li> <li>Struktura białek i wykorzystanie zmiany struktury białek do tworzenia nowych leków. Znaczenie białka p53.</li> <li>Molekularna podstawa wyboru stanu patofizjologicznego (choroby neurodegradacyjne, układu krążenia itp.) – molekularny wpływ leków na te stany</li> <li>Podstawy molekularne immunofarmakologii i immunotoksykologii, zapalenie, alergja. Leki wpływające na system immunologiczny</li> <li>Leki naturalne pochodzenia roślinnego i zwierzęcego – przygotowanie i rozdział, mechanizm oddziaływań molekularnych w organizmach.</li> <li>Zastosowanie i wykorzystanie metod molekularnych w farmakologii – biofarmaceutyki</li> <li>GMO i ich produkty i problemy etyczne biologii molekularnej i farmakologii</li> <li>Kultury komórkowe – prowadzenie, namnażanie i przygotowanie do testowania nowych leków przeciwnowotworowych</li> <li>Metody histochemiczne – przygotowanie, metody barwienia, określanie enzymów międzykomórkowych w komórkach</li> <li>Modelowanie efektów i oddziaływań leków naturalnych i syntetycznych na błony</li> <li>Metodologia i metody w farmakogenetyce i farmakogenomice – modelowanie enzymobiotyków i innych białek aktywnych biologicznie (ćwiczenia modelowe)</li> </ul>	K_W10, K_U17, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>Autoplagiat - Konstytucyjna gwarancja swobody tworzenia a zarzut autoplagiatu, Autoplagiat w działalności naukowej, Analiza porównawcza autoplagiatu i plagiatu na gruncie polskiego prawa, Konsekwencje prawne autoplagiatu</li> <li>Prawo cytatu w praktyce - warunki prawidłowego cytowania, cytāt w rōżnych rodzajach działalności twōrczej</li> <li>Aspekty handlowe prawa własności przemysłowej i ochrona międzynarodowa wynalazku - procedura krajowa, zgłoszenie międzynarodowe, patent europejski</li> <li>Międzynarodowe aspekty prawa własności intelektualnej - umowa TRIPS, umowa i spór wokōł ACTA</li> <li>Dochodzenie roszczeń z tytułu naruszenia przepisów prawa chroniącego własność intelektualną</li> <li>Odpowiedzialność karna z tytułu naruszenia praw własności intelektualnej</li> <li>Zaliczenie</li> </ul>	K_U01, K_U05, K_U08, K_U09, K_U12, K_U14, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>Gromadzenie i analiza literatury przedmiotowej związanej z tematem pracy. Opracowanie koncepcji i sposobu rozwiązania problemu badawczego postawionego w temacie pracy dyplomowej a także opracowanie planu realizacji pracy. Rozwiązanie problemu badawczego postawionego w temacie pracy dyplomowej. Opracowanie uzyskanych wyników rozwiązania i ich krytyczna analiza. Opracowanie wniosków końcowych.</li> <li>Przygotowanie pracy dyplomowej</li> <li>Obrona pracy dyplomowej</li> </ul>	K_W09, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>Historia i przedmiot bioetyki. Współczesne wyzwania bioetyczne.</li> <li>Eugenika. Genetyczne modyfikacje człowieka - fakt czy fikcja?</li> <li>Życie przed urodzeniem. Aborcja.</li> <li>Nowe technologie reprodukcyjne. Zapłodnienie in vitro.</li> <li>Trasplantacja i ksenotrasplantacja.</li> <li>Eutanazja: decyzje dotyczące życia i śmierci.</li> <li>Zagrożenia współczesnego człowieka (narkomania, nikotynizm, broń biologiczna i bioterroryzm, patentowanie genów i biopiractwo).</li> <li>Eksperymenty na zwierzętach. Wiwisekcja.</li> <li>Organizmy modyfikowane genetycznie (GMO). Kontrowersje wobec GMO.</li> <li>Klonowanie. Komórki macierzyste.</li> </ul>	K_U01, K_U02, K_U04, K_U12
<ul style="list-style-type: none"> <li>Różnice między realizacją pracy inżynierskiej i magisterskiej. Przypomnienie zasad pisania pracy dyplomowej i przygotowania prezentacji multimedialnej. Cykliczne spotkania ze studentami w celu przedstawiania wyników swoich badań i dyskusja z udziałem studentów i moderatora po prezentacji wyników.</li> </ul>	K_W03, K_W07, K_U11
<ul style="list-style-type: none"> <li>Specjalne techniki rozdzielania w biotechnologii</li> </ul>	K_W01, K_U08, K_U15, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Specyficzne aspekty operacji jednostkowych stosowanych w oczyszczaniu związków biologicznie aktywnych. Izolacja białek za pomoc technik chromatograficznych: chromatografia jonowymienna, hydrofobowa, żelowa, powinowactwa. Izolacja białek za pomoc precypitacji specyficznej i niespecyficznej. Izolacja związków optycznie czynnych za pomocą chromatografii i krystalizacji.</li> </ul>	K_U11, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie do toksykologii środowiska, definicje, podział toksykologii środowiska</li> <li>Konferencja UN ws. Środowiska i Rozwoju (Rio de Janeiro, 1992)</li> <li>Dyrektywa 67/548/EEC – Dyrektywa w sprawie unifikacji przepisów prawnych i administracyjnych w zakresie klasyfikacji, opakowania i oznakowania substancji niebezpiecznych</li> <li>Przegląd podstawowych zależności w toksykologii</li> <li>Metabolizm ksenobiotyków w organizmach</li> <li>Uszkodzenia biochemiczne i kancerogenność, teratogenność i mutagenność</li> <li>Wprowadzenie do problemów zanieczyszczenia środowiska</li> <li>Zanieczyszczenie powietrza i atmosfery</li> <li>Zanieczyszczenia wody i gleby</li> <li>Zachowanie związków chemicznych w środowisku (degradacja, biotransformacja, akumulacja i persistencja)</li> <li>Ocena ryzyka – podstawowe metody charakterystyki ryzyka związków chemicznych</li> <li>Ocena ryzyka związków chemicznych dla organizmów wodnych i glebowych</li> <li>Ocena ryzyka związków chemicznych dla organizmów lądowych i ptaków</li> <li>Zarządzanie ryzykiem związków chemicznych (znakowanie fazy R, S, pakowanie, transport ...)</li> <li>Metody kontroli zanieczyszczenia powietrza, wody, gleby i środowiska</li> <li>Ocena ryzyka związków chemicznych – demonstracja praktyczna</li> <li>Obliczanie i ocena ryzyka dla organizmów glebowych</li> <li>Obliczanie i ocena ryzyka dla organizmów wodnych</li> <li>Obliczanie i ocena ryzyka dla ptaków</li> <li>Propozycja klasyfikacji i znakowania związków chemicznych</li> <li>Porównanie prawa EU i polskiego odnośnie toksykologii środowiska</li> </ul>	K_W06, K_U05
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kosmidy, fagemyd i inne zaawansowane wektory Strategie klonowania Heterologiczne i wolnokomórkowe systemy ekspresji. Reportery biologiczne do wykrywania ekspresji genów Inżynieria metaboliczna i nowe metody tworzenia konstrukcji genowych Technologia tkRNAi</li> <li>Przeprogramowywanie komórkowego mechanizmu translacji</li> <li>Wektory stosowane w terapii genowej. Regulacja wydajności translacyjnej</li> </ul>	K_W09, K_W10, K_U14, K_U17, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>Poziom jakości, elementy i modele systemów jakości.</li> <li>Działania techniczne, organizacyjne, ekonomiczne i motywacyjne w procesie produkcyjnym w zakresie jakości.</li> <li>Jakość w zarządzaniu produkcją.</li> <li>Odpowiedzialność producenta za pełny cykl życia produktu.</li> <li>Regulacje prawne w zakresie zarządzania chemikaliami (karta bezpieczeństwa substancji, recykling, utylizacja chemikaliów) – programy realizowane przez przemysł chemiczny w tym zakresie.</li> <li>Zasady bezpieczeństwa w zakresie transportu i przechowywania chemikaliów.</li> </ul>	K_W03, K_W08, K_U08, K_U11, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>Związki biologicznie czynne pochodzenia roślinnego</li> </ul>	

• Zagadnienia wstępne: pojęcie – roślinny surowiec leczniczy, czynniki wpływające na jego jakość (zbiór, uprawa, suszenie, przechowywanie), standaryzacja (normy farmakopealne i wytwórcze), składniki chemiczne a związki biologicznie czynne. Definicja metabolitów wtórnych roślin. Metody chemiczne/biotechnologiczne ich wyodrębniania, identyfikacji i oczyszczania. Charakterystyka wybranych metabolitów wtórnych, tj: - glikozydów (flawonoidowe, antocyjanowe, sterydowe, nasercowe, kumarynowe), - alkaloidów (purynowe, indolowe, pirydynowe, tropanowe, chinolinowe, izochinolinowe, nikotynowe, pirolizydynowe, pirolidynowe, piperidynowe, inne), - terpenów (mono-, seskwi-, di-, tri-, tetra- i politerpeny), - fitotoksyn, fitoaleksyn, i antybiotyków pochodzenia roślinnego. Praktyczne wykorzystanie związków należących do metabolitów wtórnych roślin • Izolacja kofeiny z surowców roślinnych. • Otrzymywanie i identyfikacja flawonoidów z wybranego materiału roślinnego. • Badania surowców garbnikowych i oznaczanie zawartości garbników pirogalolowych i pirokatechinowych metodą Kruga i Małka.