

### Program studiów

Kierunek studiów:	Biotechnologia
Poziom studiów:	Studia drugiego stopnia
Profil studiów:	Ogólnoakademicki
Formy studiów:	Studia stacjonarne
Liczba semestrów:	3
Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów:	90 ECTS
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:	Magister inżynier
Kierunek studiów jest przyporządkowany do dyscyplin:	Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka (51%) – dyscyplina wiodąca Nauki chemiczne (24%) Inżynieria biomedyczna (25%)
Łączna liczba godzin zajęć:	945/915/960/945/945
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia:	46 ECTS
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:	6 ECTS
Wymiar oraz liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach praktyk zawodowych:	Program studiów nie przewiduje praktyki zawodowej
Zasady i forma odbywania praktyk zawodowych:	Plan studiów nie przewiduje praktyki zawodowej

### Efekty uczenia się

Symbol	Zakładane efekty uczenia się	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się Polskiej Ramy Kwalifikacji
Wiedza: zna i rozumie		
K2A_W01	Szczegółowe i rozszerzone zagadnienia w zakresie matematyki, fizyki i chemii, oraz biologii, biologii molekularnej, biochemii, informatyki, ochrony środowiska i innych pokrewnych obszarów nauki niezbędne do modelowania, planowania, optymalizacji i charakteryzowania przemysłowych procesów biotechnologicznych oraz planowania doświadczeń i opracowywania wyników badań eksperymentalnych.	P7S_WG
K2A_W02	Szczegółowe zagadnienia dotyczące operacji jednostkowych oraz złożonych procesów biotechnologicznych, obejmujące odpowiedni dobór materiałów, surowców, aparatury i urządzeń do ich realizacji oraz charakteryzowania otrzymanych produktów.	P7S_WG
K2A_W03	Szczegółowe i rozszerzone zagadnienia dotyczące funkcjonowania organizmów oraz biosystemów; szczegółowo opisuje i wyjaśnia mechanizmy zjawisk fizycznych, chemicznych i biologicznych przebiegających w przyrodzie.	P7S_WG
K2A_W04	Szczegółowe i rozszerzone zagadnienia z zakresu wybranej specjalności obejmujące biotechnologię ścieków, odpadów, programowanie inżynierskie w biotechnologii, związki biologicznie aktywne oraz biomateriały.	P7S_WG
K2A_W05	Możliwości biotechnologicznego zastosowania różnych grup organizmów (bakterii, grzybów, roślin) oraz zagrożenia ze strony mikroorganizmów dla człowieka, obiektów budowlanych i procesów przemysłowych.	P7S_WG
K2A_W06	Szczegółowe zagadnienia z zakresu biotechnologii środowiskowej obejmujące zagadnienia oczyszczania ścieków (w tym aspekty dotyczące eksploatacji oczyszczalni i sterowania procesami oczyszczania ścieków).	P7S_WG
K2A_W07	Szczegółowe zagadnienia dotyczące technologii stosowanych do otrzymywania biomateriałów oraz ich wykorzystywania w najnowszych technologiach, w tym technologiach materiałów zaawansowanych i nanomateriałów.	P7S_WG

K2A_W08	Szczegółowe zagadnienia dotyczące produkcji, metabolizmu i przedostawania się substancji farmaceutycznych do środowiska, ich wpływu na zdrowie i życie organizmów oraz metod eliminacji tego rodzaju zanieczyszczeń ze ścieków.	P7S_WG
K2A_W09	Szczegółowe zagadnienia dotyczące metod i technik molekularnych wykorzystywanych w biotechnologii.	P7S_WG
K2A_W10	Zagadnienia dotyczące bioróżnorodności gatunkowej oraz z zakresu genetyki.	P7S_WG
K2A_W11	Aktualne trendy rozwoju biotechnologiczne procesów przemysłowych; ma pogłębioną wiedzę o trendach rozwojowych dotyczących technik laboratoryjnych, analitycznych oraz technologii aplikacyjnych z zakresu biotechnologii.	P7S_WG
K2A_W12	Podstawowe zagadnienia dotyczące cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych.	P7S_WG
K2A_W13	Szczegółowe metody, techniki, technologie, narzędzia i materiały pozwalające na wykorzystanie materiału biologicznego w biotechnologii – od pojedynczych cząsteczek, poprzez kompleksy cząsteczek, makrocząsteczek do organizmów jednokomórkowych i wielokomórkowych.	P7S_WG
K2A_W14	Społeczne, ekonomiczne, prawne i inne pozatechniczne uwarunkowania działalności inżynierskiej, w tym dotyczące problemów ochrony środowiska, związanych z realizacją przemysłowych procesów biochemicznych; ma rozszerzoną wiedzę dotyczącą bezpiecznego postępowania z chemikaliami oraz selekcji i utylizacji odpadów chemicznych i niebezpiecznych (m.in. mikroorganizmy patogenne, materiał zakaźny) - ma ugruntowaną wiedzę w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy.	P7S_WK
K2A_W15	Podstawowe zagadnienia dotyczące zasad organizacji produkcji oraz posiada wiedzę w zakresie inwestowania w branży biotechnologicznej, tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości oraz prowadzenia działalności gospodarczej, transferu technologii, organizacji i zarządzania, w tym jakością.	P7S_WK
K2A_W16	Szczegółowe zagadnienia dotyczące patentów oraz ochrony własności intelektualnej.	P7S_WK
K2A_W17	Szczegółowe zagadnienia z zakresu metod statystycznych i rozumie potrzebę ich stosowania w analizie danych.	P7S_WG
K2A_W18	Szczegółowe zagadnienia z zakresu programowania inżynierskiego, organizacji, zarządzania i funkcjonowania sieci komputerowych i magazynów informacji.	P7S_WK
K2A_W19	Szczegółowe zagadnienia z zakresu technik i metod budowania modeli matematycznych dla prostych i złożonych systemów biologicznych i biotechnologicznych.	P7S_WK
K2A_W20	Typowe technologie inżynierskie w zakresie biotechnologii.	P7S_WK
Umiejętności: potrafi		
K2A_U01	Poszukiwać i krytycznie oceniać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł oraz formułować na tej podstawie raporty i opinie, które wyczerpująco uzasadnia.	P7S_UW
K2A_U02	Posługiwać się językiem obcym oraz korzystać z informacji źródłowych w tym języku	P7S_UW
K2A_U03	Komunikować się z otoczeniem społeczno-gospodarczym w formie werbalnej/pisemnej, również w języku angielskim (lub innym języku obcym uznawanym za język komunikacji międzynarodowej) wykorzystując terminologię z zakresu biotechnologii; posiada zdolność posługiwania się technikami informacyjno-komunikacyjnymi właściwymi do realizacji zadań działalności inżynierskiej.	P7S_UK
K2A_U04	Przygotować i przedstawić w języku polskim i angielskim dobrze udokumentowane opracowanie zagadnień dotyczących badań własnych w zakresie biotechnologii.	P7S_UW
K2A_U05	Samodzielnie określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia.	P7S_UU
K2A_U06	Wykorzystywać umiejętności językowe zgodnie z wymaganiami określonymi dla poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego. Wykazuje umiejętność swobodnego posługiwania się terminologią anglojęzyczną z zakresu biotechnologii.	P7S_UK
K2A_U07	Korzystać z profesjonalnego oprogramowania lub samodzielnie je stworzyć, do projektowania i modelowania matematycznego procesów biotechnologicznych.	P7S_UW
K2A_U08	Analizować i rozwiązywać problemy związanych z biotechnologią i inżynierią bioprosesową, wykorzystując do tego celu metody teoretyczne, analityczne, symulacyjne i eksperymentalne.	P7S_UW
K2A_U09	Badać reakcje chemiczne, biochemiczne w skali laboratoryjnej w różnych warunkach i adaptować rezultaty tych badań do większej skali.	P7S_UW
K2A_U10	Posługiwać się metodami matematycznymi i statystycznymi do opisu zjawisk przyrodniczych i analizy danych.	P7S_UW
K2A_U11	Przeprowadzić skomplikowane obserwacje i pomiary w laboratorium lub terenie pod kierunkiem opiekuna naukowego, następnie dokonać ich interpretacji i wyciągnąć poprawne wnioski.	P7S_UW
K2A_U12	Planować złożone eksperymenty, interpretować uzyskane wyniki, wyciągać wnioski, przeprowadzać dyskusję z danymi literaturowymi.	P7S_UW
K2A_U13	Wykorzystywać techniki analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne w celu formułowania i rozwiązywania prostych zadań inżynierskich.	P7S_UW
K2A_U14	Dostrzegać, przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich, ich aspekty systemowe i pozatechniczne; potrafi stawiać poprawne hipotezy dotyczące przyczyn zaistniałych sytuacji /zagrożeń oparte na logicznych przesłankach; ma umiejętność przedstawienia prognozowanych kierunków rozwoju biotechnologii z uwzględnieniem problematyki rynkowej, technicznej, formalno- prawnej i dotyczącej ochrony środowiska.	P7S_UK
K2A_U15	Interpretować akty prawne (ustawy, rozporządzenia) regulujące problemy ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju.	P7S_UW
K2A_U16	Krytycznie analizować przemysłowe procesy biochemiczne oraz wprowadzać modyfikacje i ulepszenia w tym zakresie, wykorzystując zdobytą wiedzę, w tym wiedzę o najnowszych osiągnięciach nauki i techniki w zakresie biotechnologii.	P7S_UW
K2A_U17	Pracować w środowisku przemysłowym oraz w zespołach badawczych; zna i przestrzega zasad bezpieczeństwa związanych z wykonywaną pracą; potrafi pracować z materiałami niebezpiecznymi (chemikalia, mikroorganizmy potencjalnie patogenne, materiał zakaźny) zgodnie z zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy.	P7S_UO
K2A_U18	Dokonać wstępnej analizy ekonomicznej podejmowanych działań inżynierskich.	P7S_UW

K2A_U19	Weryfikować koncepcje rozwiązań inżynierskich w odniesieniu do stanu wiedzy w biotechnologii oraz ma umiejętność oceny przydatności technologicznej surowców oraz doboru procesu technologicznego w odniesieniu do wymagań jakościowych produktu; potrafi krytycznie ocenić wyniki własnych badań eksperymentalnych oraz określić kierunek dalszych badań prowadzących do rozwiązania problemów z zakresu biotechnologii i inżynierii bioprocessowej.	P7S_UW
K2A_U20	Zaprojektować i ocenić przebieg eksperymentu oraz procesu z zakresu biotechnologii, dokonać analizy możliwości zintegrowania procesów jednostkowych ze względu na surowiec, produkt uboczny lub produkt finalny, zgodnie z zasadami oszczędności materiałów i energii.	P7S_UW
K2A_U21	Diagnostować problemy, przewidywać skutki i wyjaśniać mechanizmy procesów biologicznych w różnych gałęziach przemysłu.	P7S_UW
K2A_U22	Zaplanować przedsięwzięcie technologiczne, obejmujące analizę zasobów, projektowanie techniczne, ocenę finansową projektu, analizę oddziaływania na środowisko oraz marketing, np. proponuje stosowanie określonej grupy organizmów w celu uzyskania stosownego efektu/bioproduktu.	P7S_UO
K2A_U23	Odpowiednio wykorzystywać zasoby naturalne, kierując się zasadami ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju oraz rozpoznaje i identyfikuje na podstawie kluczy i innych dostępnych narzędzi elementy przyrody żywej i nieożywionej.	P7S_UW
K2A_U24	Korzystać zarówno z tradycyjnych technik mikrobiologicznych, jak i metod molekularnych w biotechnologii.	P7S_UW
K2A_U25	Adaptować wiedzę z zakresu biotechnologii i dziedzin pokrewnych do rozwiązywania problemów biotechnologicznych oraz planowania nowych procesów przemysłowych.	P7S_UO
K2A_U26	Wykorzystywać wiedzę nabytą w ramach specjalności w działalności zawodowej.	P7S_UW
Kompetencje społeczne: jest gotów do		
K2A_K01	Uczenia się przez całe życie, przede wszystkim w celu podnoszenia swoich kompetencji zawodowych i osobistych.	P7S_KK
K2A_K02	Współdziałania i pracowania w grupie; przyjmowania różnych ról.	P7S_KK
K2A_K03	Określenia priorytetów oraz identyfikowania i rozstrzygnięcia dylematów związanych z realizacją określonego przez siebie i innych zadania.	P7S_KR
K2A_K04	Prawidłowego identyfikowania i rozstrzygnięcia dylematów związanych z wykonywaniem zawodu.	P7S_KR
K2A_K05	Zrozumienia ważności pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko, i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.	P7S_KO
K2A_K06	Zrozumienia roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu – m.in. poprzez środki masowego przekazu – informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżyniera; jest gotów do podejmowania starań, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały.	P7S_KO
K2A_K07	Myślenia i działania w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	P7S_KK

## Zajęcia i grupy zajęć

Nazwa zajęć lub grupy zajęć	Liczba punktów ECTS	Efekty uczenia się (symbol) przypisane do zajęć lub grupy zajęć	Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się
Język obcy	4	K2A_U02	Wykorzystanie konstrukcji gramatycznych, frazeologii, słownictwa umożliwiającego komunikowanie się w mowie i piśmie w kontekstach dotyczących konkretnych potrzeb w typowych sytuacjach życia codziennego i zawodowego. Zrozumienie wypowiedzi i często używanych zwrotów związanych z życiem zawodowym. Sporządzanie krótkich tekstów, wiadomości mailowych.
Metodologia pracy doświadczalnej	2	K2A_W15, K2A_W17	1. Poszukiwania informacji naukowej. 2. Opracowanie hipotez wyjściowych. 3. Planowanie eksperymentów. 4. Optymalizacja technik doświadczalnych. 5. Opracowanie i weryfikacja danych doświadczalnych, w tym statystyczne opracowanie wyników badań. 6. Przygotowanie danych do publikacji. 7. Prezentacja wyników badań.
Ekologiczne, społeczne i ekonomiczne aspekty biotechnologii	2	K2A_W07, K2A_W14	Ocena korzyści i zagrożeń wynikających z uwolnienia organizmów modyfikowanych genetycznie do środowiska. Etyczne aspekty manipulacji genetycznych i komórkowych. Formy i procedury ochrony własności intelektualnej i przemysłowej w zakresie biotechnologii. Systemy zarządzania jakością w biotechnologii i przemysłach pokrewnych. Ekonomiczne i organizacyjne zagadnienia biotechnologii. Podstawy małej przedsiębiorczości.
Intellectual property law	2	K2A_W14, K2A_W16	1. Copyright, moral rights and related rights: • fundamentals of copyright; • definitions and vocabulary; • Polish, European and other regions law acts;

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• copyright in educational institutions;</li> <li>• copyright, scientific work and the public access to science (especially Chemical and Biochemical publications);</li> <li>• copyright in a joint work as well as employment work;</li> <li>• transfer of copyright;</li> <li>• types of licences;</li> <li>• fair use and infringement;</li> <li>• academic dishonesty;</li> <li>• copyright in internet and computer programs.</li> </ul> <p>2. Industrial Property Law (patent law):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fundamentals of patent law;</li> <li>• Polish and European law acts;</li> <li>• rules of patenting;</li> <li>• documents, procedures and requirements in Polish, European and International patenting procedures;</li> <li>• exceptions in patenting;</li> <li>• important rules and parts in writing a patent applications;</li> <li>• identification of patent codes;</li> <li>• examples of patents from different areas, especially chemistry, pharmacy and biotechnology;</li> <li>• world and European patent databases;</li> <li>• trademarks;</li> <li>• unfair commercials.</li> </ul>
			<p>Seminar:</p> <p>Oral presentation and discussion of chosen topic:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Copyright in scientific works and dissertations (fair use and infringement, citation rules, etc.).</li> <li>2. Computer programs, electronic databases, and internet vs copyright (fair use and infringement of e-books, music, movies, programs, games, etc.).</li> <li>3. Personal data protection and protection of image rights.</li> <li>4. Patents in chemistry, biochemistry, pharmacology, biotechnology – rules, examples, infringement.</li> <li>5. Trademarks and geographical signs – legislation and examples.</li> <li>6. Unfair commercial practices.</li> </ol>
Praca dyplomowa	20	K2A_W20	Treści kształcenia związane są zagadnieniami i problemami biotechnologii środowiskowej, wybieranymi indywidualnie przez studentów spośród corocznie przedstawianych propozycji, przygotowanych przez nauczycieli akademickich ze szczególnym uwzględnieniem problemów i zagadnień istotnych dla przemysłu lub aktualnie realizowanych prac naukowo-badawczych w jednostkach.
<b>MODUŁ 1: BIOTECHNOLOGIA W OCHRONIE ŚRODOWISKA (60 ECTS) - specjalność zgodna z 12 celem Zrównoważonego Rozwoju: Zrównoważona konsumpcja i produkcja</b>			
Biodeterioracja	2	K2A_W01, K2A_W03, K2A_W04, K2A_W05, K2A_W11, K2A_U01, K2A_U02, K2A_U05, K2A_U08, K2A_U21, K2A_K01, K2A_K02, K2A_K03, K2A_K04, K2A_K05, K2A_K06	(Mikro)organizmy powodujące biodeteriorację materiałów; mechanizmy procesów biodeterioracji i czynniki wpływające na ich przebieg, z uwzględnieniem powstawania, budowy i roli błony biologicznej (biofilmu); Biodeterioracja asymilacyjna materiałów organicznych (papier, materiały drewniane i drewnopochodne, materiały i powłoki malarskie, kleje, kity); Biodeterioracja dysymilacyjna materiałów nieorganicznych (metale, kamienie, beton, cegły, zaprawy murarskie i tynkarskie, szkło; Obrastanie powierzchni materiałów przez organizmy żywe ("biofouling"); Przegląd metod badania procesów biodeterioracji i korozji wzbudzonej przez mikroorganizmy (ang. microbiologically influenced corrosion; MIC); Przegląd metod zapobiegania biodeterioracji oraz MIC. Analiza przypadków inicjacji, przebiegu i skutków procesów biodeterioracji wybranych materiałów organicznych i mineralnych oraz korozji metali wzbudzonej przez mikroorganizmy.
Biotechnologia ścieków	3	K2A_W01, K2A_W02, K2A_W03, K2A_W04, K2A_W06, K2A_W11, K2A_W14, K2A_W18, K2A_U01, K2A_U02, K2A_U08, K2A_U09,	Zasady bilansowania i wzrostu mikroorganizmów. Kinetyka procesów oczyszczania ścieków. Tryby pracy bioreaktorów. Pojęcia i definicje procesu z osadem czynnym, definicje parametrów technologicznych i podstawowe zależności. Bilans masy w oczyszczalniach z osadem czynnym (oczyszczalnie z osadem czynnym bez recyrkulacji biomasy i z recyrkulacją biomasy), Podstawy projektowania procesów osadu czynnego, ładunki zanieczyszczeń, produkcja osadu, bilans zapotrzebowania na tlen. Wprowadzenie do laboratorium, zasady pracy BHP. Planowanie analiz laboratoryjnych. Praca w grupie z podziałem na role. Ocena jakości ścieków surowych i oczyszczonych na podstawie analiz laboratoryjnych.

		K2A_U10, K2A_U11, K2A_U13, K2A_U15, K2A_U16, K2A_U17, K2A_U19, K2A_U21, K2A_U22, K2A_U26, K2A_K01, K2A_K02, K2A_K03	Ocena efektów oczyszczania ścieków na podstawie analiz laboratoryjnych. Ocena efektywności wybranych technologii oczyszczania ścieków metodą konwencjonalnego osadu czynnego, w reaktorach biomembranowych i na złożach biologicznych.
Grzyby w biotechnologii	3	K2A_W01, K2A_W02, K2A_W03, K2A_W05, K2A_W11, K2A_W13, K2A_W14, K2A_U01, K2A_U02, K2A_U05, K2A_U11, K2A_U12, K2A_U17, K2A_U19, K2A_U21, K2A_U22, K2A_U23, K2A_U24, K2A_K01, K2A_K02, K2A_K03, K2A_K04, K2A_K05, K2A_K06	Budowa i systematyka grzybów - krótki przegląd budowy grzybów, ich sposobów rozmnażania oraz systematyka grzybów. Występowanie i znaczenie grzybów w środowisku naturalnym - w takich elementach środowiska jak woda czy gleba, stosunki symbiotyczne z innymi grupami organizmów, wrażliwość na czynniki zewnętrzne, występowanie w środowiskach ekstremalnych oraz zanieczyszczonych, warunki i metody hodowli grzybów. Znaczenie grzybów dla przemysłu i medycyny – produkcja antybiotyków, związków leczniczych, witamin, enzymów, kwasów i innych substancji o znaczeniu przemysłowym. Zastosowanie grzybów w usuwaniu zanieczyszczeń – znaczenie wskaźnikowe, udział grzybów w oczyszczaniu ścieków oraz w procesach biodegradacji m.in. takich związków jak węglowodory ropopochodne, związki chlorowcopochodne, dioksyny, materiały wybuchowe, pestycydy. Morfologia grzybów. Pozyskiwanie, metody izolacji i hodowli grzybów pochodzących z różnorodnych środowisk i materiałów. Identyfikacja grzybów. Określenie wpływu czynników na wzrost i aktywność szczepów grzybowych. Określenie zdolności grzybów do produkcji różnorodnych związków (kwasów organicznych, antybiotyków itd.). Ocena wrażliwości grzybów na zanieczyszczenia. Eliminacja zanieczyszczeń przez kultury grzybowe.
Hydrobiologia	3	K2A_W02, K2A_W03, K2A_W04, K2A_W07, K2A_W08, K2A_W09, K2A_W10, K2A_W14, K2A_W18, K2A_W19, K2A_U01, K2A_U02, K2A_U03, K2A_U04, K2A_U06, K2A_U08, K2A_U14, K2A_U17, K2A_U21, K2A_K01, K2A_K02, K2A_K03, K2A_K04, K2A_K05, K2A_K06	Woda jako środowisko życia organizmów, cykl hydrologiczny. Charakterystyka warunków abiotycznych wpływających na rozwój hydrobiontów w różnych typach ekosystemów wodnych (temperatura, światło, ruch wody, ukształtowanie dna, morfometria zbiornika, podłoże). Klasyfikacja wód powierzchniowych w zależności od przyjętych kryteriów. Zbiorniki wodne jako ekosystemy i ich charakterystyka (jeziora, stawy, zbiorniki astatyczne, zbiorniki zaporowe, źródła, rzeki, estuaria). Chemizm wód i jego wpływ na organizmy. Przystosowania organizmów do życia w wodzie. Formacje ekologiczne organizmów wodnych w zależności od warunków środowiskowych. Przegląd hydrobiontów charakterystycznych dla poszczególnych zespołów. Zależności troficzne w środowiskach wodnych. Poziomy troficzne. Żywność wód i problem ich eutrofizacji. Konsekwencje ekologiczne. Obieg materii i przepływ energii w ekosystemach wodnych. Problemy zanieczyszczenia wód powierzchniowych. Metody oceny jakości wód rzecznych (Indeksy biotyczne wód). Przegląd głównych grup glonów charakterystycznych dla zbiorników słodkowodnych. Posługiwanie się kluczami taksonomicznymi. Królestwo zwierząt – charakterystyka zespołów zwierzęcych z uwzględnieniem ich wartości wskaźnikowej. Charakterystyka mikroorganizmów osadu czynnego oraz wyznaczanie indeksu biotycznego Madoniego Podstawy limnologii, charakterystyka stref saprobowości. Ugrupowania organizmów wód stojących.
Technologie pozyskiwania polimerów komórkowych i innych substancji produkowanych przez komórki	3	K2A_W09, K2A_W13, K2A_U02, K2A_U11, K2A_U22	Biomateriały. Biopolimery – rodzaje i charakterystyka. Fracjonowanie komórek. Pozyskiwanie związków organicznych z komórek. Zagadnienie związków antybakteryjnych. Biopaliwa. Pozyskiwanie związków nieorganicznych z komórek. Detekcja substancji zapasowych i zewnątrzkomórkowych.

			<p>Ekstrakcja białek. Ekstrakcja cukrów. Ekstrakcja kwasów nukleinowych. Ekstrakcja enzymów.</p>
Rośliny energetyczne	2	<p>K2A_W05, K2A_U15, K2A_U18, K2A_U20, K2A_U22, K2A_U25, K2A_U26, K2A_K01, K2A_K05</p>	<p>Zagadnienia związane z technologiami produkcji roślin energetycznych; warunki siedliskowe produkcji roślin energetycznych, ich znaczenie gospodarcze i możliwościami uprawy w Polsce i na świecie; prawne uwarunkowania hodowli roślin energetycznych; podstawy fizjologiczne przyrostu biomasy i składu jakościowego – modyfikacje warunków fizykochemicznych dla polepszenia przyrostu biomasy (technologie uprawy roli, siewu, pielęgnowania i zbioru roślin energetycznych); przedstawienie i omówienie wybranych gatunków roślin energetycznych (m. in. Miscanthus sp., Spartina sp., Reynoutria sachalinensis, Rosa multiphora, Sida hermaphrodita, Helianthus tuberosus, Salix viminalis i inne; zaprezentowanie technik produkcji w zależności od sposobu wytwarzania energii z biomasy.</p>
Obliczenia technologiczne w oczyszczalni ścieków	3	<p>K2A_W01, K2A_W02, K2A_W08, K2A_W12, K2A_W14, K2A_W16, K2A_U01, K2A_U02, K2A_U08, K2A_U09, K2A_U10, K2A_U13, K2A_U14, K2A_U15, K2A_U16, K2A_U23, K2A_K01, K2A_K04, K2A_K05, K2A_K07</p>	<p>Podstawowe obliczenia technologiczne – obliczenia ilości dopływających ścieków, ładunków w ściekach dopływających i obliczanie równoważnej liczby mieszkańców. Obliczenie technologiczne dla części ściekowej oczyszczalni (obliczenia wymaganych efektów oczyszczania, obliczanie przyrostu osadu oraz wieku osadu). Analiza sprawdzająca części ściekowej oczyszczalni na podstawie wytycznych ATV. Wykonywanie obliczeń sprawdzających dla okresy letniego i zimowego. Określenie wymaganych warunków tlenowych. Obliczenia technologiczne dla części osadowej. Ocena pracy oczyszczalni, na podstawie obliczeń sprawdzających. Propozycje modernizacji oczyszczalni – proponowany zakres modernizacji, układ technologiczny – wykonanie obliczeń sprawdzających.</p>
Mikrobiologia stosowana (część 1)	2	<p>K2A_W11, K2A_W15, K2A_U04, K2A_U17, K2A_K01, K2A_K02, K2A_K03, K2A_K04, K2A_K05, K2A_K06</p>	<p>Budowa komórki prokariotycznej i jej charakterystyka. Pozyskiwanie mikroorganizmów użytecznych przemysłowo. Przykłady wykorzystania mikroorganizmów do produkcji biotechnologicznej. Morfologia, fizjologia i metabolizm mikroorganizmów.</p>
Mikroskopia w badaniach próbek środowiskowych	2	<p>K2A_W05, K2A_W11, K2A_W13, K2A_U02, K2A_U11, K2A_U25</p>	<p>Mikroskopia w świetle przechodzącym. Mikroskopia fluorescencyjna. Mikroskopia elektronowa. Mikroskopia sił atomowych (opcjonalnie). Analiza jakościowa i ilościowa w próbkach środowiskowych. Identyfikacja bakterii nitkowatych. Mikroskopia fluorescencyjna. Mikroskopia konfokalna (opcjonalnie).</p>
Przedmiot obieralny 1	3	<p>K2A_W03 K2A_U08 K2A_K01</p>	<p>Wybrane zagadnienia z różnych dziedzin biotechnologii.</p>
Sterowanie procesami biotechnologicznymi	5	<p>K2A_W01, K2A_W02, K2A_W03, K2A_W04, K2A_W06, K2A_W11, K2A_W17, K2A_W19, K2A_U01, K2A_U02, K2A_U05, K2A_U07, K2A_U08, K2A_U10, K2A_U13, K2A_U14,</p>	<p>Podstawy matematycznego opisu procesów biologicznego oczyszczania ścieków. Dynamiczny model procesu osadu czynnego (podstawy teoretyczne modelu, struktura i podział zanieczyszczeń, zasady modelowania szybkości biologicznych procesów usuwania związków organicznych, nitryfikacji, denitryfikacji i defosfatacji, bilanse masowe zanieczyszczeń, dobór stałych kinetycznych modelu). Dynamiczny model osadnika wtórnego (modele procesu sedimentacji, model procesu zagęszczania osadu czynnego, teoria strumienia limitującego, bilanse masowe w warstwowym modelu osadnika wtórnego). Urządzenia pomiarowe i regulacyjne w systemach automatycznego sterowania procesami biotechnologicznymi (pomiar przepływu, ciśnienia, poziomu napełnienia, temperatury, pomiary odczynu, zasolenia, potencjału oksydacyjno-redukcyjnego, mętności, stężenia tlenu, stężenia związków organicznych, azotu amonowego, azotanowego i fosforanów, urządzenia regulacyjne - zasuwy, zawory, przepustnice, zastawki, płynna regulacja wydajności pomp i dmuchaw). Charakterystyka systemów sterowania pracą oczyszczalni ścieków (układy sterowania w stopniu biologicznym oczyszczalni, układy sterowania w stopniu osadowym oczyszczalni, przykłady rozwiązań systemów sterowania dla różnych</p>

		K2A_U15, K2A_U19, K2A_U20, K2A_U21, K2A_K01, K2A_K03, K2A_K05	oczyszczalni ścieków, systemy komputerowego nadzoru i sterowania pracą oczyszczalni - SCADA). Matematyczny opis procesów biologicznego oczyszczania ścieków. Zależności pomiędzy parametrami technologicznymi w systemach oczyszczania ścieków metodą osadu czynnego. Zakres optymalnych parametrów technologicznych. Modele procesu osadu czynnego ASM 1, 2d i 3. Dynamiczna symulacja pracy oczyszczalni z osadem czynnym. Optymalizacja pracy biologicznego stopnia oczyszczalni z usuwaniem związków biogenych. Opracowanie koncepcji systemu automatycznej kontroli i sterowania pracą oczyszczalni ścieków dla danych wyjściowych określonych indywidualnie w temacie projektu (ogólna charakterystyka ścieków dopływających do oczyszczalni, charakterystyka ścieków przemysłowych zrzucanych awaryjnie do kanalizacji, schemat technologiczny oczyszczalni, charakterystyka podstawowych urządzeń i obiektów technologicznych oczyszczalni).
			Projekt obejmuje następujące zagadnienia: Wymagania procesowe oczyszczalni (wymagane efekty oczyszczania ścieków, optymalne parametry technologiczne urządzeń części ściekowej i osadowej oczyszczalni). Wykaz operacji technologicznych sterowanych automatycznie (uzasadnienie wyboru operacji, zasada sterowania, wykaz urządzeń/sygnałów pomiarowych, wykaz urządzeń wykonawczych, schemat rozmieszczenia urządzeń kontrolno-pomiarowych w części ściekowej i osadowej oczyszczalni). Charakterystyka proponowanych urządzeń kontrolno-pomiarowych (zakres pomiarowy, dokładność, przykłady urządzeń dostępnych na rynku). Sposób ochrony oczyszczalni przed zrzutami ścieków przemysłowych.
Zagrożenia biologiczne	2	K2A_W01, K2A_W03, K2A_W05, K2A_W14, K2A_W15, K2A_U01, K2A_U14, K2A_U17, K2A_U21, K2A_U23, K2A_K01, K2A_K02, K2A_K03, K2A_K04, K2A_K05, K2A_K06	Organizmy, w tym mikroorganizmy niebezpieczne dla człowieka – zagrożenia, drogi i ryzyko narażenia, migracja w środowisku. Mikrobiologia powietrza wewnątrz i poza budynkiem. Biodeterioracja materiałów budowlanych źródłem zagrożenia zdrowia człowieka. Organizmy żywe źródłem chorób zawodowych. Sposoby zapobiegania oraz zwalczania zagrażających człowiekowi czynników biologicznych. Wykrywanie i określanie składu i ilości mikroorganizmów w przestrzeni zabudowanej oraz materiałach w niej znajdujących się.
Markery molekularne	4	K2A_W01, K2A_W03, K2A_W09, K2A_W11, K2A_W13, K2A_W14, K2A_U01, K2A_U02, K2A_U05, K2A_U07, K2A_U10, K2A_U11, K2A_U12, K2A_U13, K2A_U14, K2A_U17, K2A_U24, K2A_K03, K2A_K04, K2A_K05, K2A_K06	Podstawy genetyki i biologii komórki - budowa kwasów nukleinowych, cykl komórkowy, ekspresja genów, mitoz i mejoza, charakterystyka materiału genetycznego Pro-i Eukaryota, typy dziedziczenia: genom jądrowy i organelowy. Pojęcie markera molekularnego; podział markerów molekularnych: markery jednorodzielskie i dwurodzielskie, kodominujące i dominujące, markery dziedziczne a markery nabyte. Polimorfizm DNA. Wykorzystanie markerów genetycznych w hodowli roślin i zwierząt Markery molekularne w ekologii, zmienność molekularna rzadkich i zagrożonych gatunków. Podział metod molekularnych i ich charakterystyka: Hybrydyzacja kwasów nukleinowych, FISH a GISH. Malowanie chromosomów. PCR i jego odmiany. Elektroforeza białek i DNA. Klonowanie i sekwencjonowanie DNA. Enzymy restrykcyjne. Filogenetyka molekularna. Typy drzew filogenetycznych. Zegar molekularny. Konstrukcja map genetycznych i selekcja z użyciem markerów molekularnych. Markery bakteryjne - geny podstawowego metabolizmu a geny adaptatywne – użyteczność w badaniach mikrobiologicznych. Uniwersalne markery molekularne w badaniach mikrobiologicznych i ich cechy. Baza danych NCBI. Izolacja DNA bakteryjnego z próbek osadu czynnego metodą mechaniczną. Sprawdzanie prawidłowości izolacji genomowego DNA bakteryjnego metodą elektroforezy agarozowej. Amplifikacja bakteryjnych genów kodujących 16S rRNA metodą PCR. Elektroforeza w gradiencie denaturacji DGGE. Analiza bioinformatyczna uzyskanych wyników.
Monitoring of bacterial biocenosis	3	K2A_W05, K2A_W11,	The concept and principles of monitoring, the importance of monitoring bacteria. Characteristics of bacterial biocenosis. Methods of detection and identification of bacteria.

		K2A_W13, K2A_U02, K2A_U08, K2A_U11, K2A_U22, K2A_U25	<p>Methods of determination of bacterial activity.</p> <p>Ecology of microorganisms.</p> <p>Determination of the amount of bacteria (eg. Using the "most probable number").</p> <p>Identification of bacteria (optional).</p> <p>Fluorescence in situ hybridization - to familiarize with the base probeBase.</p> <p>Calculation of bacterial biodiversity and interpretation of results.</p> <p>Multiparameter statistical analysis - to familiarize with the program PAST and XLSTAT (optional).</p> <p>Interpretation of the results obtained in the analysis of real-time PCR, microarray or a flow cytometer (optional).</p> <p>Fluorescence in situ hybridization - the identification of the bacteria in activated sludge.</p> <p>Identification of filamentous bacteria (optional).</p> <p>Determination of the amount of bacteria (eg. Using the "most probable number").</p> <p>Determination of bacterial activity (eg. By Winogradsky method).</p> <p>Determination of the respiratory activity.</p>
Mikrobiologiczne i biochemiczne podstawy produkcji i odzysku surowców	2	K2A_W11, K2A_W15, K2A_U04, K2A_U11, K2A_U17, K2A_U21, K2A_K01, K2A_K02, K2A_K03, K2A_K04, K2A_K05, K2A_K06	<p>Budowa komórki prokariotycznej i jej charakterystyka pod kątem produkcji i odzysku surowców.</p> <p>Substancje zapasowe mikroorganizmów i ich pozyskiwanie oraz wykorzystanie w przemyśle.</p> <p>Pozyskiwanie mikroorganizmów użytecznych przemysłowo.</p> <p>Charakterystyka mikroorganizmów wykorzystywanych do pozyskiwania i odzysku surowców.</p> <p>Przykłady wykorzystania mikroorganizmów do produkcji biotechnologicznej i odzysku surowców.</p> <p>Fizjologia mikroorganizmów przemysłowych.</p> <p>Przemiany metaboliczne, wykorzystywane w produkcji i odzysku surowców.</p> <p>Izolacja i identyfikacja mikroorganizmów zdolnych do produkcji (odzysku) surowców. Planowanie i prowadzenie procedur produkcji surowców mikrobiologicznych (np. synteza kwasu cytrynowego; fermentacje).</p>
Seminarium specjalnościowe 1	3	K2A_W01, K2A_W02, K2A_W03, K2A_W04, K2A_W05, K2A_W06, K2A_W07, K2A_W08, K2A_W09, K2A_W11, K2A_W13, K2A_W14, K2A_U01, K2A_U02, K2A_U04, K2A_U05, K2A_U07, K2A_U08, K2A_U11, K2A_U12, K2A_U13, K2A_U14, K2A_U15, K2A_U16, K2A_U26, K2A_K01, K2A_K05, K2A_K06	<p>Zagadnienia z obszaru biotechnologii, pozyskanie aktualnych informacji naukowych pochodzących z międzynarodowych czasopism naukowych, opracowanie syntezy zdobytych informacji zgodnie z zasadami publikacji naukowych.</p>
Projekt koncepcyjny	3	K2A_W01, K2A_W02, K2A_W03, K2A_W04, K2A_W05, K2A_W06, K2A_W11, K2A_W13, K2A_W17, K2A_U01, K2A_U02,	<p>Wybór obszaru biotechnologii środowiskowej, w którym realizowany będzie projekt, określenie aktualnego stanu wiedzy i sformułowanie problemu badawczego, dobór zakresu badań niezbędnych do rozwiązania postawionego problemu, opracowanie metodyki badań, przygotowanie projektu w formie opracowania pisemnego i prezentacji multimedialnej, obrona prezentacji.</p>



		K2A_U03, K2A_U05, K2A_U07, K2A_U08, K2A_U10, K2A_U12, K2A_U13, K2A_U14, K2A_U15, K2A_U16, K2A_U19, K2A_U20, K2A_U21, K2A_U22, K2A_U26, K2A_K01, K2A_K02, K2A_K03, K2A_K04, K2A_K05, K2A_K06, K2A_K07	
Mikrobiologia stosowana (część 2)	2	K2A_W11, K2A_W15, K2A_U04, K2A_U17, K2A_K01, K2A_K02, K2A_K03, K2A_K04, K2A_K05, K2A_K06	Szczegółowa charakterystyka komórki prokariotycznej. Skrining mikroorganizmów użytecznych przemysłowo. Przykłady wykorzystania mikroorganizmów do produkcji biotechnologicznej. Morfologia, fizjologia i metabolizm mikroorganizmów. Izolacja i identyfikacja mikroorganizmów zdolnych do produkcji biotechnologicznej. Izolacja i identyfikacja mikroorganizmów zdolnych do usuwania zanieczyszczeń. Planowanie i prowadzenie procedur produkcji surowców mikrobiologicznych.
Przedmiot obieralny 2	2	K2A_W03 K2A_U08 K2A_K01	Wybrane zagadnienia z różnych dziedzin biotechnologii.
Wykład monograficzny - Biomateriały	2	K2A_W01, K2A_W03, K2A_W05, K2A_W07, K2A_W11, K2A_W13, K2A_U01, K2A_U02, K2A_U05, K2A_U16, K2A_U22, K2A_U25, K2A_U26, K2A_K01, K2A_K03, K2A_K04, K2A_K05, K2A_K06	Historia biomateriałów. Wymogi stawiane biomateriałom. Klasyfikacja, podział, rodzaje i przeznaczenie biomateriałów. Właściwości materiałów biologicznych. Właściwości materiałów inżynierskich w aspekcie oddziaływań implant – tkanki organizmu. Reakcja tkanek na biomateriały. Badania biomateriałów i reakcji organizmu na biomateriały. Przykłady zastosowania biomateriałów inżynierskich: metali, tworzyw ceramicznych, tworzyw polimerowych, węgla, kompozytów, hydrożeli. Polimery naturalne jako biomateriały (kolagen, elastyna, fibrynogen, keratyna, jedwab, celuloza, chityna). Nanocząstki i elementy nanomedycyny. Przeszczepy i wszczepy tkankowe. Metody konserwacji i przechowywania tkanek. Inżynieria tkankowa i medycyna regeneracyjna – wybrane zagadnienia. Wybrane zagadnienia bioniki. Materiały naśladujące struktury biologiczne.
Przedmiot obieralny 3	2	K2A_W03 K2A_U08 K2A_K01	Wybrane zagadnienia z różnych dziedzin biotechnologii.
Seminarium specjalnościowe 2	4	K2A_W01,	Wybór zagadnienia z obszaru biotechnologii, pozyskanie aktualnych informacji

		K2A_W02, K2A_W03, K2A_W04, K2A_W05, K2A_W06, K2A_W07, K2A_W08, K2A_W09, K2A_W11, K2A_W13, K2A_W14, K2A_U01, K2A_U02, K2A_U04, K2A_U05, K2A_U07, K2A_U08, K2A_U11, K2A_U12, K2A_U13, K2A_U14, K2A_U15, K2A_U16, K2A_U26, K2A_K01, K2A_K05, K2A_K06	naukowych pochodzących z międzynarodowych czasopism naukowych, opracowanie syntezy zdobytych informacji zgodnie z zasadami publikacji naukowych.
<b>MODUŁ 2: BIOTECHNOLOGIA PRZEMYSŁOWA (60 ECTS) - specjalność zgodna z 12 celem Zrównoważonego Rozwoju: Zrównoważona konsumpcja i produkcja</b>			
Biotechnologia w medycynie molekularnej	8	K2A_W03, K2A_W11, K2A_U01, K2A_U05, K2A_K05	Celem przedmiotu jest przekazanie studentom wiedzy poszerzającej rozumienie mechanizmów molekularnych i komórkowych leżących u podstaw patofizjologii wybranych chorób człowieka, głównie nowotworów. Wykład wiąże przyczyny powstawania stanów patologicznych z nieprawidłowościami w przebiegu szlaków sygnałowych sterujących procesami różnego rodzaju śmierci komórkowej i procesami cytoprotekcyjnymi. Omawiany jest wpływ różnego rodzaju stresu komórkowego, zaburzeń genetycznych oraz zaburzeń w funkcjonowaniu układu immunologicznego na procesy mogące prowadzić do powstania zmian patologicznych. Równolegle omawiane są strategie poszukiwania i wykorzystywania celów molekularnych istotnych dla terapii i diagnostyki, oraz problemy dotyczące istniejących i potencjalnych zastosowań metod biologii molekularnej i metod biotechnologii w diagnostyce molekularnej, oraz w terapii rutynowej i eksperymentalnej.
Związki biologicznie aktywne	5	K2A_W01, K2A_W02, K2A_W08, K2A_U01, K2A_U03, K2A_U04, K2A_U08	1. Chemia związków biologicznie aktywnych – pojęcia ogólne, klasyfikacja leków. 2. Związki biologicznie aktywne jako związki pochodzenia naturalnego, półsyntetycznego oraz syntetycznego. 3. Zagadnienia związane z syntezą związków biologicznie aktywnych. Otrzymywanie związków chiralnych: synteza asymetryczna, rozdział mieszanin racemicznych. Synteza kombinatoryczna. 4. Docelowe obiekty działania leków: receptory, enzymy, białka transportujące, białka strukturalne, kwasy nukleinowe, lipidy, węglowodany. Mechanizmy działania. Przykłady zastosowań. 5. Ilościowa zależność między strukturą a aktywnością. 6. Lek od pomysłu do wdrożenia. 7. Pesticydy – podział, przykłady zastosowań.
Projektowanie procesów biotechnologicznych	3	K2A_W02, K2A_W06, K2A_W11, K2A_W14, K2A_W15, K2A_W19, K2A_U04, K2A_U07, K2A_U21, K2A_U22	Opis technologii (schematy technologiczne), Bilans masowy, Bilans cieplny, Bilans populacji, Kinetyka procesu, Powiększanie skali, Przenoszenie hodowli ze skłali laboratoryjnej na przemysłową, Wyjaławianie pożywek i powietrza, Wyodrębnianie produktów.
Inżynieria i aparatura bioprocusowa	3	K2A_W01, K2A_W03, K2A_W04, K2A_W05, K2A_W07, K2A_W12, K2A_W13, K2A_U01, K2A_U09, K2A_U10,	Destylacja: podstawy teoretyczne procesu, destylacja okresowa, destylacja ciągła, destylacja frakcyjna, podstawowe konstrukcje i zastosowanie układów do destylacji. Rektyfikacja: podstawy teoretyczne procesu, wymiana ciepła i masy w kolumnach rektyfikacyjnych, podstawy projektowania kolumn rektyfikacyjnych, podstawowe konstrukcje kolumn, rodzaje półek i ich zastosowanie. Filtracja: podstawy teoretyczne procesu, rodzaje filtrów, prasy filtracyjne.

		K2A_K01	
Cell biology	2	K2A_W01, K2A_W09, K2A_W10, K2A_W11, K2A_W13, K2A_U01, K2A_U02, K2A_U05, K2A_U09, K2A_U12, K2A_U13, K2A_U24, K2A_U26	The main aim of this course is to introduce students to modern cell biology and advanced research techniques used for cell exploration. During the course cell structure and interactions between particular components will be also discussed. The main topics for lectures: - Examples of molecular biotechnology Centers; the most important expertise, methods, and equipment of research laboratories. This section introduces modern strategies in an interdisciplinary scientific environment, based on the life sciences. - Nuclear organization, genomes structure and organization. - Gene structure of different organisms and transcription process. In the second part of this lecture, the main advanced techniques for studying DNA/RNA structure and synthesis will be discussed. - Transcription and translation processes; introduction to routine reactions in the lab environment, including Real-time PCR reaction designing. - Gene expression study: microarray assay - a new method for exploring functional aspects of information transfer. - Cell structure: molecular and metabolic compartments inside the cell (plasma membrane, cytosol, nucleus, endoplasmic reticulum, Golgi apparatus, mitochondria, lysosomes, peroxisomes, cytoskeleton). - Methods for studying the structure and function of cells (flow cytometry, microscopy, light, electron microscopy, AFM).
Metody badania aktywności biologicznej substancji	4	K2A_W01, K2A_W08, K2A_W09, K2A_W13, K2A_U01, K2A_U02, K2A_U05, K2A_U08, K2A_U12, K2A_U13, K2A_U17, K2A_U24	Przedstawienie metod oceny działania toksycznego lub aktywności farmakologicznej substancji. 1. Podstawowe zagadnienia z toksykologii i farmakologii. 2. Kategorie substancji wykazujących działanie biologiczne (związki rakotwórcze, mutagenne, i stanowiące zagrożenie dla reprodukcji, trwałe związki toksyczne wykazujące zdolność do bioakumulacji, trwałe zanieczyszczenia organiczne, związki wywołujące naruszenie równowagi hormonalnej, farmaceutyki i środki higieny osobistej). 3. Wybór modeli do badania aktywności biologicznej substancji (in vitro vs. in vivo). Dyrektywy OECD. 4. Podstawowe techniki hodowli komórkowej, zalety i wady, czynniki ryzyka związane z hodowlą komórkową, Wyposażenie laboratorium, technika aseptyczna, materiały do hodowli komórkowej. 5. Omówienie różnych modeli in vitro (hodowle 2D, hodowle 3D, hodowle z wykorzystaniem specjalnych rusztowań). 6. Testy in vitro badania toksyczności substancji. 7. Testy oceny biodostępności. 8. Modele in vitro badania metabolizmu leków i ksenobiotyków. 9. Testy in vitro właściwości estrogenowych substancji. 10. Testy kosmetyków z wykorzystaniem modelu skóry in vitro. Uzyskana wiedza ułatwi zrozumienie złożonych efektów toksykologicznych i farmakologicznych substancji dostępnych w środowisku oraz lekach i kosmetykach.
Biotransformacje w przemyśle	6	K2A_W01, K2A_W02, K2A_W04, K2A_W05, K2A_W07, K2A_W11, K2A_W13, K2A_W14, K2A_U01, K2A_U02, K2A_U03, K2A_U04, K2A_U06, K2A_U08, K2A_U09, K2A_U11, K2A_U12, K2A_U14, K2A_U16, K2A_U20, K2A_U23, K2A_U26, K2A_K02, K2A_K04, K2A_K06	Przedmiot obejmuje zagadnienia z zakresu biotransformacji prowadzonych na skalę przemysłową, ze szczegółowym omówieniem stosowanych w przemyśle biokatalizatorów i ich form, bioreaktorów i operacji jednostkowych. Omówione zostaną również zagadnienia związane z surowcami odnawialnymi i możliwościami ich wykorzystania do otrzymywania paliw ciekłych (biodiesel, bioetanol), gazowych (biogaz, gaz syntezowy) i stałych (przerób biomasy). Treści kształcenia: - Wprowadzenie do zagadnienia biotransformacji (bio- i chemokatalizatory; zalety i wady procesów z udziałem enzymów). - Najważniejsze biokatalizatory stosowane w przemyśle (enzymy natywne; enzymy immobilizowane; całe komórki jako biokatalizatory (w tym immobilizowane); procesy immobilizacji enzymów). - Optymalizacja warunków biotransformacji i właściwości biokatalizatorów. - Udoskonalenie właściwości enzymów i metod ich otrzymywania (inżynieria genetyczna, mutagenesa). - Produkcja i oczyszczanie enzymów. - Biotransformacje (operacje jednostkowe; kinetyka, typy biokatalizatorów, bioreaktory, odzysk i zwracanie biokatalizatorów do kolejnych szarż). - Zwiększanie skali biotransformacji. - Najnowsze trendy w biotransformacjach. - Przykładowe procesy biotransformacji prowadzonych na skalę przemysłową (szczegółowe omówienie procesów).
Analityka układów	5	K2A_W01,	Materiał biologiczny, pobieranie materiału biologicznego, transport, przechowywanie. Wydzielanie analitów z materiału biologicznego, stosowanie

biologicznych		K2A_W02, K2A_W15, K2A_U01, K2A_K01	<p>techniki ekstrakcji (LLE, spe, membranowe). Techniki analizy instrumentalnej w bioanalityce – charakterystyka GC, HPLC, ASA, UV/VIS, metod elektrochemicznych.</p> <p>Czujniki chemiczne i bioczujniki – zasady działania, rodzaje, zastosowania. Biowskaźniki, biotesty, biomonitoring.</p> <p>Laboratoria: Oznaczanie witamin rozpuszczalnych w wodzie metodą DPV. Oznaczanie kofeiny za pomocą TLC w herbacie i kawie. Oznaczanie garbników w ekstraktach herbacianych. Oznaczanie glukozy i ciał ketonowych.</p> <p>Oznaczanie kwasu askorbinowego w suplementach diety. Alkacymetryczne oznaczanie zawartości metenaminy w próbkach leków. Oznaczanie pierwiastków metodą XRF w kawach. Zastosowanie metody AAS do oznaczania wybranych mikroelementów w dostępnym na rynku pieczywie chrupkim. Chromatograficzne oznaczanie fenoli w wodach. Oznaczanie chlorofilu w materiale biologicznym.</p>
Pracownia prac przejściowych	7	K2A_W01, K2A_W02, K2A_W03, K2A_W04, K2A_W07, K2A_W08, K2A_W13, K2A_W16, K2A_W17, K2A_W18, K2A_U01, K2A_U04, K2A_U08, K2A_U11, K2A_U12, K2A_U13, K2A_U19, K2A_U20, K2A_U25, K2A_U26, K2A_K01, K2A_K02, K2A_K03, K2A_K04, K2A_K05, K2A_K06, K2A_K07	<p>Treści kształcenia związane są zagadnieniami i problemami biotechnologii przemysłowej, wybieranymi indywidualnie przez studentów spośród corocznie przedstawianych propozycji, przygotowanych przez nauczycieli akademickich ze szczególnym uwzględnieniem problemów i zagadnień istotnych dla przemysłu lub aktualnie realizowanych prac naukowo-badawczych w Katedrze i na Wydziale.</p>
Biomateriały	6	K2A_W01, K2A_W02, K2A_W03, K2A_W04, K2A_W07, K2A_W11, K2A_W13, K2A_U01, K2A_U02, K2A_U05, K2A_U10, K2A_U11, K2A_U19, K2A_K01, K2A_K03, K2A_K04, K2A_K05, K2A_K06,	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Historia biomateriałów. Wymogi stawiane biomateriałom. Klasyfikacja, podział, rodzaje i przeznaczenie biomateriałów. Właściwości materiałów biologicznych.</li> <li>2. Właściwości materiałów inżynierskich w aspekcie oddziaływań implant – tkanki organizmu. Reakcja tkanek na biomateriały. Badania biomateriałów i reakcji organizmu na biomateriały.</li> <li>3. Przykłady zastosowania biomateriałów inżynierskich: metali, tworzyw ceramicznych, tworzyw polimerowych, węgla, kompozytów, hydrożeli. Polimery naturalne jako biomateriały (kolagen, elastyna, fibrynogen, keratyna, jedwab, celuloza, chityna).</li> <li>4. Przeszczepy i wszczepy tkankowe. Metody konserwacji i przechowywania tkanek. Inżynieria tkankowa i medycyna regeneracyjna – wybrane zagadnienia.</li> <li>5. Wybrane zagadnienia bioniki. Materiały naśladujące struktury biologiczne.</li> <li>6. Biomateriały polimerowe i kompozytowe oraz ich wykorzystanie w różnych działach chirurgii. Przykłady wykorzystania polimerów w praktyce klinicznej jako biomateriały. <ol style="list-style-type: none"> <li>6.1. Podstawowe rodzaje polimerów wykorzystywanych w medycynie. Elementy budowy makrocząstek wpływające na ich główne właściwości i przydatność w medycynie. Biostabilność, biodegradacja, bioresorpcja polimerów.</li> <li>6.2. Biomateriały do zespalania tkanek miękkich i twardych. Protezy w układzie mięśniowo-szkieletowym i naczyniowym. Cementy kostne.</li> <li>6.3. Biomateriały polimerowe i kompozytowe w dentyście. Biomateriały hydrożelowe. Materiały opatrunkowe.</li> </ol> </li> </ol>
Matematyka w biologii	3	K2A_W01, K2A_W18, K2A_W19, K2A_U07	<p>Informacje wstępne.</p> <p>Czy matematyka jest potrzebna w biologii? Model matematyczny. Modele dyskretne a modele ciągłe.</p> <p>Stosowany aparat matematyczny. Pakiety obliczeń symbolicznych. Dostępna literatura biomatematyczna.</p> <p>Równania różniczkowe.</p> <p>Uwagi ogólne o równaniach różniczkowych. Równania różniczkowe zwyczajne. Równania różniczkowe cząstkowe. Metody rozwiązywania równań różniczkowych. Równania różniczkowe o rozdzielonych zmiennych. Równania</p>

			<p>różniczkowe jednorodne. Równania różniczkowe zupełne. Równania różniczkowe liniowe jednorodne i niejednorodne. Równania różniczkowe Bernoulliego. Równania różniczkowe Riccatiego.</p> <p>Układ dwóch równań różniczkowych rzędu pierwszego.</p> <p>Ciągłe i dyskretne modele pojedynczej populacji</p> <p>Równanie Malthusa. Ciąg arytmetyczny i geometryczny. Proces urodzin i śmierci. Modele ze strukturą wieku.</p> <p>Proces urodzin i śmierci z migracjami. Modele odławiania i zarybiania. Model logistyczny.</p> <p>Modele populacji oddziaływujących na siebie</p> <p>Modele: drapieżca-ofiara. Układ Lotki-Volterra. Złożoność i stabilność. Realistyczne modele: drapieżca-ofiara. Analiza stabilności. Model z ograniczoną pojemnością środowiska dla ofiar. Model z kryjówkami dla ofiar.</p> <p>Model Nicholsona – Baileya. Układ konkurujących gatunków.</p> <p>Modelowanie dynamiki interakcji małżeńskich</p> <p>Metodologia Gottmana i Levensona. Kody obserwacyjne. Typologia małżeństw i uzasadnienie modelowania.</p> <p>Strategia modelowania i równania modelu. Stany stacjonarne i ich stabilność. Praktyczne wyniki modelu.</p> <p>Funkcje wpływu. Teoria złego doboru. Stany stacjonarne i inercja. Parametry i przewidywanie rozwodów.</p> <p>Modele matematyczne w epidemiologii i immunologii</p> <p>Modele epidemiologiczne. Model epidemiologiczny uwzględniający uodpornienie. Proste modele odpowiedzi odpornościowej. Działanie systemu immunologicznego.</p> <p>Model Marczuka.</p> <p>Modelowanie wzrostu nowotworu</p> <p>Modele jednorodne przestrzennie. Modele niejednorodnie przestrzennie. Dyfuzja. Ruchy Browna. Równania Ficka. Równanie Langevina i Smoluchowskiego.</p> <p>Teoria grafów – analiza łańcuchów pokarmowych.</p> <p>Zasada konkurencyjnego wykluczenia. Nisza ekologiczna. Ekologiczna przestrzeń fazowa. Wymiar ekologiczny. Podstawy teorii grafów. Rodzaje grafów. Wymiar grafu.</p> <p>Łańcuchy pokarmowe.</p> <p>Łańcuchy Markowa i teoria Mendla.</p> <p>Procesy stochastyczne. Łańcuch Markowa. Macierz stochastyczna. Grafy przejścia. Klasyfikacja stanów i łańcuchów. Łańcuchy absorbujące. Łańcuchy regularne. Zastosowanie łańcuchów Markowa w klasycznej genetyce. Teoria Mendla. Ciągłe krzyżowanie z hybrydą. Chów wsobny.</p> <p>Zbiory rozmyte i ich zastosowanie w biologii.</p> <p>Definicja zbioru rozmytego. Funkcja przynależności. Podstawowe pojęcia związane ze zbiorami rozmytymi.</p> <p>Operacje na zbiorach rozmytych. Zasada rozszerzania. Relacje rozmyte. Cylindryczne rozszerzenie i projekcja.</p> <p>Operacja agregacji. Metody wnioskowania rozmytego – metoda FITA i FATI. Reguły wnioskowania.</p> <p>Rozmyte reguły warunkowe. Implikacja. Wyznaczanie wniosku. Operatory rozmywania. Operatory wyostrzenia. Biologiczne aspekty zastosowania zbiorów rozmytych. Zastosowanie teorii zbiorów rozmytych do analizy i wnioskowania nad przydatnością wybranych ziół w leczeniu gruźlicy. Ocena stopnia ryzyka zachorowania na nowotwór. Użycie biblioteki narzędziowej „Fuzzy Logic Toolbox” programu Matlab do analizy modeli rozmytych.</p>
Systemy rejestracji produktów REACH	4	<p>K2A_W02, K2A_W14, K2A_W15, K2A_W16, K2A_U01, K2A_U14, K2A_U15, K2A_U17, K2A_U18, K2A_U20, K2A_U26, K2A_K04, K2A_K05</p>	<p>Przedmiot dotyczący wspólnotowego i krajowego prawa dotyczącego produkcji, użycia i wprowadzania do obrotu produktów chemicznych.</p> <p>Wykłady obejmują podstawy następujących aktów prawnych: Rozporządzenie REACH (1907/2006) z późniejszymi zmianami i aktami towarzyszącymi; Rozporządzenie CLP (1272/2008) z późniejszymi zmianami i aktami towarzyszącymi; Ustawa o substancjach Chemicznych i ich mieszaninach z 25.02.2011 roku.</p>
Seminarium specjalnościowe	4	<p>K2A_W03, K2A_W04, K2A_W07, K2A_W08, K2A_W13,</p>	<p>Treści kształcenia związane są zagadnieniami i problemami inżynierskimi biotechnologii, wybieranymi indywidualnie przez studentów spośród corocznie przedstawianych propozycji, przygotowanych przez nauczycieli akademickich ze szczególnym uwzględnieniem problemów i zagadnień istotnych dla przemysłu lub aktualnie realizowanych prac badawczych w Katedrze i na Wydziale.</p>

		K2A_W16, K2A_W17, K2A_W18, K2A_U01, K2A_U04, K2A_U08, K2A_U11, K2A_U12, K2A_U13, K2A_U19, K2A_U20, K2A_U25, K2A_U26, K2A_K01, K2A_K02, K2A_K03, K2A_K04, K2A_K05, K2A_K06, K2A_K07	
<b>MODUŁ 3: BIOINFORMATYKA (60 ECTS) - specjalność zgodna z 12 celem Zrównoważonego Rozwoju: Zrównoważona konsumpcja i produkcja</b>			
Wybrane zagadnienia matematyki stosowanej	3	K2A_W01, K2A_W04, K2A_W17, K2A_U07, K2A_U08, K2A_U10, K2A_K03, K2A_K04, K2A_K07	Samodzielne podejmowanie decyzji dotyczących najlepszych rozwiązań konstrukcyjnych. Samodzielne podejmowanie decyzji na podstawie wartości prawdopodobieństw i danych empirycznych. Samodzielność w podejmowaniu decyzji dotyczących najlepszych rozwiązań konstrukcyjnych. Potrafi wyznaczyć prawdopodobieństwa w oparciu o twierdzenie o prawdopodobieństwie całkowitym i twierdzeniu Bayesa. Posiada umiejętności korzystania z podstawowych testów statystycznych. Potrafi posługiwać metodami estymacji parametrycznej i nieparametrycznej. Korzystanie z podstawowych testów statystycznych. Wprowadzenie podstawowych pojęć rachunku prawdopodobieństwa i teorii procesów stochastycznych, jak również zdarzenie elementarne, zdarzenie, przestrzeń probabilistyczna, zmienna losowa, wartość oczekiwana, populacja ogólna, test statystyczny, proces stochastyczny. Interpretacja prawdopodobieństwa w terminach częstości i miary szansy zajścia zdarzenia. Rodzaje i własności podstawowych rozkładów prawdopodobieństwa i podstawowych typów procesów stochastycznych.
Wnioskowanie statystyczne	5	K2A_W01, K2A_W17, K2A_U07, K2A_U10, K2A_K01, K2A_K07	Statystyczna analiza danych i konstrukcja statystycznych systemów wnioskujących. Zrozumienie potrzeby statystycznej analizy danych i konstrukcji statystycznych systemów wnioskujących. Potrafi wybrać najlepszy klasyfikator (model statystyczny) oraz ocenić jego jakość. Potrafi przeprowadzić klasteryzację zadanego zbioru danych. Wybór najlepszego klasyfikatora (model statystyczny) oraz ocenia jego jakości. Przeprowadzenie klasteryzacji zadanego zbioru danych. Zdefiniowanie pojęcia statystycznego systemu wnioskującego oraz podziału stosowanych metod na nadzorowane i nienadzorowane. Definicja wektora cech, selekcji cech, klasyfikacji, klasteryzacji. Podstawowe pojęcia genetyki populacji. Omówienie metod wnioskowania statystycznego w genomice populacji.
Sieci komputerowe	4	K2A_W04, K2A_W18, K2A_U21, K2A_K04	Świadomość konieczności zapewnienia bezpieczeństwa w sieciach komputerowych i rozumienie zagrożenia występującego w sieci Internet. Planowanie adresacji IP prostej sieci LAN z wykorzystaniem podsieci. Konfigurowanie podstawowych urządzeń sieciowych typu SOHO, takich jak domowe routery bezprzewodowe z zachowaniem podstawowych zasad bezpieczeństwa. Przedstawienie podstawowych urządzeń sieciowych, topologii sieci (logiczne i fizyczne), klasyfikacja sieci komputerowych (LAN/WAN/MAN/SAN/VPN). Podstawowe warstwowe modele sieci (OSI, TCP/IP), określenie pojęcia proces „enkapsulacji” danych. Podstawowe media sieciowe (optyczne, miedziane i bezprzewodowe) oraz obszary ich zastosowań. Zasada działania sieci Ethernet, działania przełącznika sieciowego.
Wybrane systemy programowania	3	K2A_W01, K2A_W04, K2A_W16, K2A_W17, K2A_W18,	Dynamiczne zmiany w metodach i algorytmach analizy danych biologicznych. Prezentowanie i omówienie zaproponowanego rozwiązania. Formułowanie i testowanie hipotezy związanej z analizowanymi problemami natury biologicznej. Określenie zadań stawianym systemom programowania w bioinformatyce. Wiedza dotycząca realizacji oprogramowania wykorzystując wiedzę uzyskaną w

		K2A_U07, K2A_U08, K2A_U10, K2A_U12, K2A_U21, K2A_K01, K2A_K04, K2A_K07	ramach przedmiotu oraz zasoby Internetu. Definicja zadań stawianych systemom programowania w bioinformatyce.
Sterowanie systemami biologicznymi	5	K2A_W01, K2A_W02, K2A_W04, K2A_W05, K2A_W06, K2A_W08, K2A_W11, K2A_W13, K2A_W19, K2A_U07, K2A_U08, K2A_U13, K2A_U16, K2A_U17, K2A_U20, K2A_U23, K2A_U24 K2A_U25 K2A_K03, K2A_K04	Samodzielne podejmowanie decyzji dotyczących najlepszych rozwiązań konstrukcyjnych. Prezentacja i obrona zaproponowanego rozwiązania konstrukcyjnego. Syntetyczny sposób opracowania wyników praktycznych i symulacyjnych badań układów regulacji. Określenie warunków przeprowadzenia praktycznego eksperymentu identyfikacyjnego oraz wyznaczenie charakterystyki rzeczywistego nieliniowego obiektu sterowania. Ocena jakości pracy rzeczywistego układu regulacji ze wskazaniem ewentualnych przyczyn nieprawidłowości oraz sposobu ich usunięcia. Podejmowanie decyzji dotyczących najlepszych rozwiązań w zakresie doboru układów sterowania procesami biologicznymi. Specyfikacja sterowania obiektami biochemicznymi. Specyfikacja i znaczenie elementów układu regulacji oraz ich wpływ na jakość regulacji w układach regulacji nieliniowej. Sposoby identyfikacji parametrów uproszczonych modeli fizykalnych oraz sposób ich wykorzystania do poprawy jakości regulacji. Sposoby poprawy jakości regulacji poprzez zastosowanie zaawansowanych algorytmów sterowania. Sposoby poprawy jakości regulacji poprzez zastosowanie zaawansowanych algorytmów sterowania. Określenie sposobów identyfikacji parametrów uproszczonych modeli fizykalnych oraz sposób ich wykorzystania do poprawy jakości regulacji.
Wizja komputerowa i multimedia	5	K2A_W03, K2A_W04, K2A_W11, K2A_W12, K2A_W14, K2A_W17, K2A_U07, K2A_U10, K2A_U11, K2A_U13, K2A_U20, K2A_K03, K2A_K05	Świadomość ograniczeń sprzętowych całego toru wizyjnego urządzeń do akwizycji obrazów. Świadomość fizycznych ograniczeń przy akwizycji obrazów cyfrowych. Świadomość konieczności kompresji stratnej treści multimedialnej oraz z jej konsekwencji. Wybór i zaimplementowanie prostych algorytmów przetwarzania obrazów potrzebnych do realizacji postawionego zadania wizji komputerowej. Implementacja prostych technik przetwarzania sekwencji wideo. Podstawowe rodzaje przetworników wizyjnych oraz elementy toru wizyjnego. Proces widzenia barwnego człowieka oraz sposoby akwizycji obrazów barwnych stosowanych w wizji komputerowej, Wprowadzenie podstawowych przestrzeni barw. Określenie różnic między kompresją stratną i bezstratną, podstawy różnych technik kompresji obrazów cyfrowych oraz sekwencji wideo. Definicja podstawowych metod poprawy jakości obrazów cyfrowych oraz sekwencji wideo. Podstawowe rodzaje przetworników wizyjnych oraz elementy toru wizyjnego. Szczegółowe przedstawienie procesu widzenia barwnego człowieka oraz sposoby akwizycji obrazów barwnych stosowanych w wizji komputerowej, definicja podstawowych przestrzeni barw. Określenie procesu widzenia barwnego człowieka oraz sposoby akwizycji obrazów barwnych stosowanych w wizji komputerowej, definicja podstawowych przestrzeni barw.
Pomiary w biotechnologii	3	K2A_W01, K2A_W02, K2A_W04, K2A_W11, K2A_W17, K2A_U08, K2A_U10, K2A_U11, K2A_U21, K2A_U25, K2A_K03	Identyfikacja zaistniałych problemów i umiejętność ich rozwiązania. Określenie zadania układu pomiarowego oraz wybranie jego struktury. Postępowanie się przyrządami pomiarowymi dla instalacji biotechnologicznej. Określenie zadania układu pomiarowego oraz wybranie jego struktury. Wyznaczanie na podstawie pomiarów, właściwości dynamicznych reaktora biologicznego. Określenie zadania układu pomiarowego oraz wybór jego struktury. Ocena błędów pomiarowych. Określenie zadania układu pomiarowego oraz wybór jego struktury. Wyznaczanie na podstawie pomiarów, właściwości dynamicznych reaktora biologicznego. Zadania pomiarów w biotechnologii, sposoby standaryzacji wyników pomiarów i przygotowywania próbek. Zasady fizykalne i chemiczne będące podstawą działania ciągłych pomiarów stosowanych w biotechnologii. Określenie przyczyn i skutków zakłóceń. Wpływ dynamiki zjawisk na metody pomiarów.
Biologia systemów	6	K2A_W04, K2A_W09,	Świadomość ważności i zrozumienie pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej. Myślenie i działanie w sposób kreatywny i przedsiębiorczy. Postępowanie się

		K2A_W17, K2A_W18, K2A_U01, K2A_U10, K2A_U14, K2A_U26, K2A_K04, K2A_K06, K2A_K07	programami typu CellDesigner, SimBiology. Zdefiniowanie zasad funkcjonowania ścieżek sygnałowych w żywych komórkach. Zasady funkcjonowania ścieżek sygnałowych w żywych komórkach. Podstawowe pojęcia z zakresu ewolucji biologicznej. Definicja podstawowych pojęć z zakresu ewolucji biologicznej. Wiedza z zakresu implementacji modeli procesów biologicznych z użyciem równań różniczkowych zwyczajnych w środowisku Matlab lub Cell Designer. Podstawowe pojęcia z zakresu ewolucji biologicznej. Implementacja modeli procesów biologicznych z użyciem równań różniczkowych zwyczajnych w środowisku Matlab lub Cell Designer. Wiedza z zakresu implementacji modeli procesów biologicznych z użyciem równań różniczkowych zwyczajnych w środowisku Matlab lub Cell Designer.
Bioinformatyczne bazy danych	6	K2A_W04, K2A_W09, K2A_W17, K2A_W18, K2A_U01, K2A_U10, K2A_U14, K2A_U26, K2A_K03, K2A_K04, K2A_K06, K2A_K07	Samodzielność w podejmowaniu decyzji dotyczących wyboru właściwego systemu zarządzania bazą danych dla konkretnego problemu gromadzenia i przetwarzania danych. Zrozumienie konieczności projektowania w dostępie do danych interfejsów graficznych, które są przyjazne użytkownikowi. Implementacja interfejsu graficznego dla zaprojektowanej bazy danych w różnych środowiskach programistycznych. Zaprojektowanie struktury bazy danych dla konkretnych problemów biologicznych. Podstawowa administracja systemu zarządzania bazą danych. Określenie i przedstawienie złożoności danych biologicznych i skomplikowanego sposobu ich przechowywania. Wiedza o algorytmach stosowanych w przetwarzaniu danych biologicznych, w tym m.in. sekwencji DNA/RNA i białkowych. Przedstawienie popularnych baz danych związanych z przetwarzaniem danych biologicznych.
Statystyczna kontrola jakości	2	K2A_W02, K2A_W04, K2A_W11, K2A_W12, K2A_W15, K2A_U07, K2A_U08, K2A_U10, K2A_U13, K2A_U21, K2A_U25, K2A_K03, K2A_K04	Zrozumienie potrzeby wprowadzenia metod statystycznego sterowania jakością. Świadomość występowania zmienności procesu. Świadomość zgubnych skutków występowania zmienności w kontekście zapewnienia jakości produktów lub usług. Zastosowanie metod optymalizacji w kontroli jakości z wykorzystaniem funkcji środowiska Matlab. Stworzenie funkcji przeprowadzających testy istotności w środowisku Matlab. Zastosowanie metod statystycznych w kontroli jakości. Wykreślanie karty kontrolnej wartości średnich oraz karty odchylenia standardowego. Wykrywanie na ich podstawie sygnału rozregulowania procesu. Wprowadzenie podstawowych pojęć z dziedziny sterowania jakością: statystyczne sterowanie jakością (SSP), karty kontrolne Shewartha, testy wielokrotne, system jakości wg ISO 9000; akredytacja; walidacja: księga jakości; bezpieczeństwo funkcjonalne. Określenie sposobu i specyfikacji wdrożenia metod statystycznego sterowania procesem. Systemy zarządzania jakością oraz ich dokumentacji. Definicja podstawowych pojęć z dziedziny sterowania jakością: statystyczne sterowanie jakością (SSP), karty kontrolne Shewartha, testy wielokrotne, system jakości wg ISO 9000; akredytacja; walidacja: księga jakości; bezpieczeństwo funkcjonalne. Systemy zarządzania jakością oraz ich dokumentacji.
Population Genetics	3	K2A_W03, K2A_W04, K2A_W09, K2A_W19, K2A_U02, K2A_U03, K2A_U06, K2A_U07, K2A_U08, K2A_U10, K2A_K03, K2A_K04	Samodzielność w podejmowaniu decyzji dotyczących wyboru odpowiedniego modelu opisującego siły ewolucyjne działające w naturalnych populacjach. Korzystanie z informacji źródłowych w języku angielskim. Określanie rodzaju selekcji na podstawie parametrów opisujących model. Wyznaczanie rozkładu czasu koalescencji dla stałego rozmiaru populacji. Przeprowadzanie symulacji komputerowych w modelu koalescencji służącego do generowania sztucznych próbek sekwencji genetycznych. Wpływ modeli reprodukcji na efektywną wielkość populacji. Definicja podstawowych pojęć: dryf genetyczny, mutacja, selekcja, koalescencja, efektywny rozmiar populacji. Model Wright-Fishera dryfu genetycznego. Przedstawienie wpływu modeli reprodukcji na efektywną wielkość populacji. Model Wright-Fishera dryfu genetycznego.
Next Generation Sequencing	3	K2A_W04, K2A_W09, K2A_W10, K2A_W11, K2A_W17, K2A_W18, K2A_W19, K2A_U01, K2A_U02, K2A_U06, K2A_U10, K2A_U26,	The students knows different technologies of NGS The students knows basic concepts of molecular biology and high-throughput sequencing, understands the differences between NGS applications (ex. RNA-seq, DNA-seq, WES, WGS, scRNA-seq); The student knows the analysis pipeline and is familiar with statistical methods used for the analysis; The student knows basic Unix commands and knows how to use software for NGS analysis The student can perform quality control of the data and perform proper data pre-processing, including adapter removal, BAM alignment and refinement. The student is able to analyze the aligned data, infer and make decisions about the proper downstream analysis The student can engage advanced statistical models for the analysis of processed NGS data The student can efficiently use English literature sources



		K2A_K01, K2A_K02, K2A_K03, K2A_K06	The student is able to collaborate in a group, can act creatively and make independent decisions about the choice of best analysis pipeline
Obliczenia równoległe w biotechnologii	4	K2A_W01, K2A_W04, K2A_W11, K2A_W12, K2A_W17, K2A_W18, K2A_W19, K2A_U07, K2A_U10, K2A_U13, K2A_K03	Wykorzystanie dostępnych zasobów (obliczeniowych) w celu jak najszybszej realizacji zadania. Tworzenie programu wielowątkowego z wykorzystaniem lokalnej architektury równoległej (procesory wielordzeniowe). Tworzenie programu z wykorzystaniem idei programowania z przesyłem komunikatów. Wykorzystanie system kolejki zadań do obliczeń równoległych w systemach wieloużytkownikowych (np. TORQUE PBS, SLURM). Tworzenie programu z wykorzystaniem idei programowania z przesyłem komunikatów. Budowa aplikacji wykorzystujących dynamiczny przydział zasobów. Synchronizacja procesów w aplikacjach wielowątkowych w celu poprawnej realizacji zadania. Synchronizacja procesów w aplikacjach wielowątkowych w celu poprawnej realizacji zadania. Projektowanie klastra obliczeniowego, podstawowa wiedza o cyklu życia urządzeń. Budowa aplikacji wykorzystując dynamiczny przydział zasobów. Zasady i wymagania budowy aplikacji wykorzystując dynamiczny przydział zasobów. Budowa aplikacji wykorzystując dynamiczny przydział zasobów.
Modelowanie i regulacja procesów wewnątrzkomórkowych	4	K2A_W01, K2A_W10, K2A_W11, K2A_W13, K2A_U19, K2A_U24, K2A_K03	Umiejętność samodzielnego zdobycia wiedzy dotyczącej danego problemu inżynierskiego, z wykorzystaniem literatury naukowej i patentowej oraz przygotowania prezentacji ustnej; podstawowa wiedza z zakresu nowych trendów w biotechnologii.
Seminarium specjalnościowe	4	K2A_W02, K2A_W04, K2A_W11, K2A_W12, K2A_W15, K2A_W16, K2A_W17, K2A_U01, K2A_U02, K2A_U03, K2A_U04, K2A_U05, K2A_U06, K2A_U07, K2A_U08, K2A_U09, K2A_U10, K2A_U11, K2A_U12, K2A_U14, K2A_U15, K2A_U16, K2A_U18, K2A_U19, K2A_U22, K2A_U25, K2A_U26, K2A_K01, K2A_K02, K2A_K03, K2A_K04, K2A_K05, K2A_K06, K2A_K07	Określanie kierunków dalszego uczenia się, działanie w zespole i zrozumienie potrzeby kształcenia się przez całe życie. Samodzielne zdobywanie wiedzy dotyczącej danego problemu inżynierskiego, z wykorzystaniem literatury naukowej i patentowej oraz przygotowania prezentacji ustnej; podstawowa wiedza z zakresu nowych trendów w biotechnologii. Określanie kierunków dalszego uczenia się, działanie w zespole i zrozumienie potrzeby kształcenia się przez całe życie. Sformułowanie sposobu rozwiązania zadania oraz posługiwanie się terminologią z zakresu biotechnologii, także w j. angielskim. Dobór narzędzi badawczych/obliczeniowych w celu rozwiązania zadania oraz ich weryfikacji w odniesieniu do stanu wiedzy w biotechnologii. Wiedza i umiejętność przeprowadzenia badań/obliczeń/symulacji w celu rozwiązania problemu inżynierskiego w ramach pracy dyplomowej oraz dostrzeganie aspektów systemowych i pozatechnicznych przy rozwiązywaniu zadań inżynierskich. Umiejętność samodzielnego zdobycia wiedzy dotyczącej danego problemu inżynierskiego, z wykorzystaniem literatury naukowej i patentowej oraz przygotowania prezentacji ustnej; podstawowa wiedza z zakresu nowych trendów w biotechnologii.
<b>MODUŁ 4: BIOTECHNOLOGIA STOSOWANA (DOTYCHCZASOWA NAZWA BIOTECHNOLOGIA, KIERUNEK PROWADZONY PRZEZ WYDZIAŁ RCH I RIE)</b>			
<b>(60 ECTS) - specjalność zgodna z 12 celem Zrównoważonego Rozwoju: Zrównoważona konsumpcja i produkcja</b>			
Analityka układów i procesów biologicznych	6	K2A_W01, K2A_W02, K2A_W15, K2A_U01, K2A_K01	Materiał biologiczny, pobieranie materiału biologicznego, transport, przechowywanie. Wydzielanie analitów z materiału biologicznego, stosowanie techniki ekstrakcji (LLE, spe, membranowe). Techniki analizy instrumentalnej w bioanalizie – charakterystyka GC, HPLC, ASA, UV/VIS, metod elektrochemicznych. Czujniki chemiczne i biocujniki – zasady działania, rodzaje, zastosowania. Biowskaźniki, biotesty, biomonitoring. Laboratoria: Oznaczanie witamin rozpuszczalnych w wodzie metodą DPV. Oznaczanie kofeiny za pomocą TLC w herbacie i kawie. Oznaczanie garbników w ekstraktach herbacianych. Oznaczanie glukozy i ciał ketonowych.

			Oznaczanie kwasu askorbinowego w suplementach diety. Alkacymetryczne oznaczanie zawartości metenaminy w próbkach leków. Oznaczanie pierwiastków metodą XRF w kawach. Zastosowanie metody AAS do oznaczania wybranych mikroelementów w dostępnym na rynku pieczywie chrupkim. Chromatograficzne oznaczanie fenoli w wodach. Oznaczanie chlorofilu w materiale biologicznym.
Cell biology	4	K2A_W01, K2A_W09, K2A_W10, K2A_W11, K2A_W13, K2A_U01, K2A_U02, K2A_U05, K2A_U09, K2A_U12, K2A_U13, K2A_U24, K2A_U26	The main aim of this course is to introduce students to modern cell biology and advanced research techniques used for cell exploration. During the course cell structure and interactions between particular components will be also discussed. The main topics for lectures: - Examples of molecular biotechnology Centers; the most important expertise, methods, and equipment of research laboratories. This section introduces modern strategies in an interdisciplinary scientific environment, based on the life sciences. - Nuclear organization, genomes structure and organization. - Gene structure of different organisms and transcription process. In the second part of this lecture, the main advanced techniques for studying DNA/RNA structure and synthesis will be discussed. - Transcription and translation processes; introduction to routine reactions in the lab environment, including Real-time PCR reaction designing. - Gene expression study: microarray assay - a new method for exploring functional aspects of information transfer. - Cell structure: molecular and metabolic compartments inside the cell (plasma membrane, cytosol, nucleus, endoplasmic reticulum, Golgi apparatus, mitochondria, lysosomes, peroxisomes, cytoskeleton). - Methods for studying the structure and function of cells (flow cytometry, microscopy, light, electron microscopy, AFM).
Biomateriały	7	K2A_W01, K2A_W02, K2A_W03, K2A_W04, K2A_W07, K2A_W11, K2A_W13, K2A_U01, K2A_U02, K2A_U05, K2A_U10, K2A_U11, K2A_U19, K2A_K01, K2A_K03, K2A_K04, K2A_K05, K2A_K06	1. Historia biomateriałów. Wymogi stawiane biomateriałom. Klasyfikacja, podział, rodzaje i przeznaczenie biomateriałów. Właściwości materiałów biologicznych. 2. Właściwości materiałów inżynierskich w aspekcie oddziaływań implant – tkanki organizmu. Reakcja tkanek na biomateriały. Badania biomateriałów i reakcji organizmu na biomateriały. 3. Przykłady zastosowania biomateriałów inżynierskich: metali, tworzyw ceramicznych, tworzyw polimerowych, węgla, kompozytów, hydrożeli. Polimery naturalne jako biomateriały (kolagen, elastyna, fibrynogen, keratyna, jedwab, celuloza, chityna). 4. Przeszczepy i wszczepy tkankowe. Metody konserwacji i przechowywania tkanek. Inżynieria tkankowa i medycyna regeneracyjna – wybrane zagadnienia. 5. Wybrane zagadnienia bioniki. Materiały naśladujące struktury biologiczne. 6. Biomateriały polimerowe i kompozytowe oraz ich wykorzystanie w różnych działach chirurgii. Przykłady wykorzystania polimerów w praktyce klinicznej jako biomateriały. 6.1. Podstawowe rodzaje polimerów wykorzystywanych w medycynie. Elementy budowy makrocząstek wpływające na ich główne właściwości i przydatność w medycynie. Biostabilność, biodegradacja, bioresorpcja polimerów. 6.2. Biomateriały do zespalania tkanek miękkich i twardych. Protezy w układzie mięśniowo-szkieletowym i naczyniowym. Cementy kostne. 6.3. Biomateriały polimerowe i kompozytowe w dentystyce. Biomateriały hydrożelowe. Materiały opatrunkowe.
Związki biologicznie aktywne	5	K2A_W01, K2A_W02, K2A_W08, K2A_U01, K2A_U03, K2A_U04, K2A_U08	1. Chemia związków biologicznie aktywnych – pojęcia ogólne, klasyfikacja leków. 2. Związki biologicznie aktywne jako związki pochodzenia naturalnego, półsyntetycznego oraz syntetycznego. 3. Zagadnienia związane z syntezą związków biologicznie aktywnych. Otrzymywanie związków chiralnych: synteza asymetryczna, rozdział mieszanin racemicznych. Synteza kombinatoryczna. 4. Docelowe obiekty działania leków: receptory, enzymy, białka transportujące, białka strukturalne, kwasy nukleinowe, lipidy, węglowodany. Mechanizmy działania. Przykłady zastosowań. 5. Ilościowa zależność między strukturą a aktywnością. 6. Lek od pomysłu do wdrożenia. 7. Pesticyny – podział, przykłady zastosowań.
Biotechnologia w medycynie molekularnej	4	K2A_W03, K2A_W11, K2A_U01, K2A_U05, K2A_K05	Celem przedmiotu jest przekazanie studentom wiedzy poszerzającej rozumienie mechanizmów molekularnych i komórkowych leżących u podstaw patofizjologii wybranych chorób człowieka, głównie nowotworów. Wykład wiąże przyczyny powstawania stanów patologicznych z nieprawidłowościami w przebiegu szlaków sygnałowych sterujących procesami różnego rodzaju śmierci komórkowej i procesami cytoprotekcyjnymi. Omawiany jest wpływ różnego rodzaju stresu komórkowego, zaburzeń genetycznych oraz zaburzeń w funkcjonowaniu układu immunologicznego na procesy mogące prowadzić do powstania zmian patologicznych. Równoległe omawiane są strategie poszukiwania i

			wykorzystywania celów molekularnych istotnych dla terapii i diagnostyki, oraz problemy dotyczące istniejących i potencjalnych zastosowań metod biologii molekularnej i metod biotechnologii w diagnostyce molekularnej, oraz w terapii rutynowej i eksperymentalnej.
Biotransformacje w przemyśle	6	K2A_W01, K2A_W02, K2A_W04, K2A_W05, K2A_W07, K2A_W11, K2A_W13, K2A_W14, K2A_U01, K2A_U02, K2A_U03, K2A_U04, K2A_U06, K2A_U08, K2A_U09, K2A_U11 K2A_U12, K2A_U14, K2A_U16, K2A_U20, K2A_U23 K2A_U26, K2A_K02, K2A_K04, K2A_K06	Przedmiot obejmuje zagadnienia z zakresu biotransformacji prowadzonych na skalę przemysłową, ze szczegółowym omówieniem stosowanych w przemyśle biokatalizatorów i ich form, bioreaktorów i operacji jednostkowych. Omówione zostaną również zagadnienia związane z surowcami odnawialnymi i możliwościami ich wykorzystania do otrzymywania paliw ciekłych (biodiesel, bioetanol), gazowych (biogaz, gaz syntezowy) i stałych (przerób biomasy). Treści kształcenia: - Wprowadzenie do zagadnienia biotransformacji (bio- i chemokatalizatory; zalety i wady procesów z udziałem enzymów). - Najważniejsze biokatalizatory stosowane w przemyśle (enzymy natywne; enzymy immobilizowane; całe komórki jako biokatalizatory (w tym immobilizowane); procesy immobilizacji enzymów). - Optymalizacja warunków biotransformacji i właściwości biokatalizatorów. - Udoskonalenie właściwości enzymów i metod ich otrzymywania (inżynieria genetyczna, mutageneza). - Produkcja i oczyszczanie enzymów. - Biotransformacje (operacje jednostkowe; kinetyka, typy biokatalizatorów, bioreaktory, odzysk i zawracanie biokatalizatorów do kolejnych szarż). - Zwiększanie skali biotransformacji. - Najnowsze trendy w biotransformacjach. - Przykładowe procesy biotransformacji prowadzonych na skalę przemysłową (szczegółowe omówienie procesów).
Projektowanie i sterowanie procesami biotechnologicznymi	6	K2A_W02, K2A_W06, K2A_W11, K2A_W14, K2A_W15, K2A_W19, K2A_U04, K2A_U07 K2A_U21 K2A_U22	Opis technologii (schematy technologiczne), Bilans masowy, Bilans cieplny, Bilans populacji, Kinetyka procesu, Powiększanie skali, Przenoszenie hodowli ze skali laboratoryjnej na przemysłową, Wyjaławianie pożywek i powietrza, Wyodrębnianie produktów.
Pracownia prac przejściowych i projekt koncepcyjny	6	K2A_W01, K2A_W02, K2A_W03, K2A_W04, K2A_W07, K2A_W08, K2A_W13, K2A_W16, K2A_W17, K2A_W18, K2A_U01, K2A_U04, K2A_U08, K2A_U11, K2A_U12, K2A_U13, K2A_U19, K2A_U20, K2A_U25, K2A_U26, K2A_K01, K2A_K02, K2A_K03, K2A_K04, K2A_K05, K2A_K06, K2A_K07	Treści kształcenia związane są zagadnieniami i problemami biotechnologii przemysłowej, wybranymi indywidualnie przez studentów spośród corocznie przedstawianych propozycji, przygotowanych przez nauczycieli akademickich ze szczególnym uwzględnieniem problemów i zagadnień istotnych dla przemysłu lub aktualnie realizowanych prac naukowo-badawczych w Katedrze i na Wydziale.
Procedury rejestracji produktów REACH	5	K2A_W02, K2A_W14, K2A_W15, K2A_W16, K2A_U01, K2A_U14, K2A_U15, K2A_U17,	Przedmiot dotyczący wspólnotowego i krajowego prawa dotyczącego produkcji, użycia i wprowadzania do obrotu produktów chemicznych. Wykłady obejmują podstawy następujących aktów prawnych: Rozporządzenie REACH (1907/2006) z późniejszymi zmianami i aktami towarzyszącymi; Rozporządzenie CLP (1272/2008) z późniejszymi zmianami i aktami towarzyszącymi; Ustawa o substancjach Chemicznych i ich mieszaninach z 25.02.2011 roku.

		K2A_U18, K2A_U20, K2A_U26, K2A_K04, K2A_K05	
Markery molekularne	3	K2A_W01, K2A_W03, K2A_W09, K2A_W11, K2A_W13, K2A_W14, K2A_U01, K2A_U02, K2A_U05, K2A_U07, K2A_U10, K2A_U11, K2A_U12, K2A_U13, K2A_U14, K2A_U17, K2A_U24, K2A_K03, K2A_K04, K2A_K05, K2A_K06	<p>Podstawy genetyki i biologii komórki - budowa kwasów nukleinowych, cykl komórkowy, ekspresja genów, mitoz i mejoza, charakterystyka materiału genetycznego Pro-i Eukaryota, typy dziedziczenia: genom jądrowy i organellowy. Pojęcie markera molekularnego; podział markerów molekularnych: markery jednorodzielskie i dwurodzicielskie, kodominujące i dominujące, markery dziedziczne a markery nabyte.</p> <p>Polimorfizm DNA.</p> <p>Wykorzystanie markerów genetycznych w hodowli roślin i zwierząt.</p> <p>Markery molekularne w ekologii.</p> <p>Podział metod molekularnych i ich charakterystyka.</p> <p>Hybrydyzacja kwasów nukleinowych, PCR i jego odmiany.</p> <p>Elektroforeza białek i DNA.</p> <p>Klonowanie i sekwencjonowanie DNA.</p> <p>Enzymy restrykcyjne.</p> <p>Filogenetyka molekularna. Typy drzew filogenetycznych.</p> <p>Zegar molekularny.</p> <p>Konstrukcja map genetycznych i selekcja z użyciem markerów molekularnych.</p> <p>Markery bakteryjne - geny podstawowego metabolizmu a geny adaptatywne – użyteczność w badaniach mikrobiologicznych. Uniwersalne markery molekularne w badaniach mikrobiologicznych i ich cechy.</p> <p>Baza danych NCBI.</p> <p>Izolacja DNA bakteryjnego z próbek osadu czynnego metodą mechaniczną.</p> <p>Sprawdzanie prawidłowości izolacji genomowego DNA bakteryjnego metodą elektroforezy agarozowej.</p> <p>Amplifikacja bakteryjnych genów kodujących 16S rRNA metodą PCR.</p> <p>Elektroforeza w gradiencie denaturacji DGGE.</p> <p>Analiza bioinformatyczna uzyskanych wyników.</p>
Zagrożenia biologiczne	1	K2A_W01, K2A_W03, K2A_W05, K2A_W14, K2A_W15, K2A_U01, K2A_U14, K2A_U17, K2A_U21, K2A_U23, K2A_K01, K2A_K02, K2A_K03, K2A_K04, K2A_K05, K2A_K06	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Organizmy, w tym mikroorganizmy niebezpieczne dla człowieka – zagrożenia, drogi i ryzyko narażenia, migracja w środowisku.</li> <li>2. Mikrobiologia powietrza wewnątrz i poza budynkiem.</li> <li>3. Biodeterioracja materiałów budowlanych źródłem zagrożenia zdrowia człowieka.</li> <li>4. Organizmy żywe źródłem chorób zawodowych.</li> <li>5. Sposoby zapobiegania oraz zwalczania zagrażających człowiekowi czynników biologicznych.</li> </ol>
Seminarium specjalnościowe	7	K2A_W01, K2A_W02, K2A_W03, K2A_W04, K2A_W07, K2A_W08, K2A_W13, K2A_W16, K2A_W17, K2A_W18, K2A_U01, K2A_U08, K2A_U12, K2A_U19, K2A_U26, K2A_U20, K2A_U25, K2A_U11, K2A_U13, K2A_U04, K2A_K01, K2A_K02, K2A_K03, K2A_K04, K2A_K05, K2A_K06, K2A_K07	<p>Treści kształcenia związane są zagadnieniami i problemami inżynierskimi biotechnologii, wybieranymi indywidualnie przez studentów spośród corocznie przedstawianych propozycji, przygotowanych przez nauczycieli akademickich ze szczególnym uwzględnieniem problemów i zagadnień istotnych dla przemysłu lub aktualnie realizowanych prac badawczych w jednostkach.</p>

MODUŁ 5: BIOTECHNOLOGY – BIOFUEL (60 ECTS) - specjalność zgodna z 12 celem Zrównoważonego Rozwoju: Zrównoważona konsumpcja i produkcja			
Technologies for power and heat production	3	K2A_W01, K2A_W12, K2A_W20, K2A_W21	Power and heat plant with pulverized coal, fluidized bed and stoker boilers, ORC systems, combined heat and power plants integrated with gasification, boilers for heat production, combined heat and power units small capacity, fuel cells, solar collectors
Conventional and renewable fuels	5	K2A_W02, K2A_W04, K2A_W14, K2A_U08, K2A_U11, K2A_U28, K2A_K02, K2A_K05	Fuels – classification and examples (solid, liquid, gaseous, fossil, alternative etc.). Resources and the potential acquisition of fuels, including biofuels, domestic consumption of various fuels. Fuel properties (methods of determination, the criteria for a "good" fuel, requirements for fuels, comparison of fossil fuels and biofuels). The influence of fuel properties on their use and effects of combustion (ecological aspect, emission factors)
Thermal technology	5	K2A_W04, K2A_W20, K2A_U08, K2A_U10, K2A_U16, K2A_U20, K2A_U26	Conservation of mass. Mass balance in physical and chemical processes. Energy conservation. The perfect and semi-perfect gas equation of state. Thermodynamic properties of matter: ideal and semi-ideal gases, water, water vapor and moist air. Selected conversion processes of perfect, semi-perfect and real gases. Thermodynamic cycles. Conversion processes of moist air. Mass and energy balance of combustion processes. Second law of thermodynamics. Introduction to heat transfer: basic equations of conduction, convection and radiation
Basics of microbiological and biochemical processes	3	KA2_W01, K2A_W02, K2A_W03, K2A_W06, K2A_W10, K2A_W18, K2A_W19, K2A_U01, K2A_U02, K2A_U04, K2A_U07, K2A_U08, K2A_U12, K2A_U13, K2A_U16, K2A_U17, K2A_U19, K2A_U24, K2A_U25, K2A_K03, K2A_K07	<ul style="list-style-type: none"> <li>• An introduction to microbiology and biochemistry (cytology and physiology of microorganisms in the context of bioprocess control);</li> <li>• Techniques for selection of industrially important microorganisms - the principle of rational screening;</li> <li>• Improvement of industrially important microorganisms, including genetic modification;</li> <li>• Microorganisms used in fermentation processes;</li> <li>• Receiving of by-products of microbial metabolism;</li> <li>• Fundamentals of industrial enzyme engineering;</li> <li>• Groups of industrial microorganisms used to producing of renewable energy (bacteria, algae, microscopic fungi);</li> <li>• Modern biotechnological techniques in the production of renewable energy</li> </ul>
Automatic control systems	4	K2A_W01, K2A_W02, K2A_W18, K2A_W19, K2A_U01, K2A_U02, K2A_U04, K2A_U07, K2A_U08, K2A_U12, K2A_U13, K2A_U16, K2A_U19, K2A_U25, K2A_U30, K2A_U31, K2A_K03, K2A_K07	<p>Structure of control systems; Plant models</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transfer functions; TF pole location and corresponding transient responses; root locus methods in control systems design</li> <li>• Frequency responses, bode and Nyquist plots</li> <li>• Nonlinear and linear systems - main differences; Linearization</li> <li>• Advanced control systems (predictive, adaptive, etc.);</li> <li>• Discrete control systems - structure, description, properties</li> </ul> <p>Tutorials:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mathematical modeling of dynamical systems; differential equations and transfer functions</li> <li>• Linearization of mathematical models of dynamical systems.</li> <li>• Frequency responses.</li> <li>• Stability analysis</li> <li>• Closed loop control system, block diagrams, transforming block diagrams</li> <li>• Steady states in control systems,</li> <li>• Root locus method.</li> <li>• Frequency characteristics</li> </ul>
Plant molecular biology and physiology	3	K2A_W01, K2A_W05, K2A_W09, K2A_W13, K2A_U01,	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molecular basis of cellular processes</li> <li>• Intracellular metabolism</li> <li>• Cell signalling</li> <li>• Plants transportation</li> <li>• Plant nutrition and growth</li> <li>• Physiology of photosynthesis</li> </ul>

		K2A_U04, K2A_U08, K2A_U09, K2A_U10, K2A_U11, K2A_U12, K2A_U19, K2A_U23, K2A_K02, K2A_K03, K2A_K07	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soil micro- and macroelements circuit</li> </ul>
Elective subject 1	3	K2A_W03 K2A_U08 K2A_K01	Selected problems from various fields of biotechnology
Fuel processing technologies	2	K2A_W04, K2A_W14, K2A_W20, K2A_U07, K2A_U16, K2A_K05	Technologies and processes of solid (coal and biomass), liquid and gaseous fuel processing; Emphasis will be put on pyrolysis and gasification of fuels and their products, methanol synthesis and its applications, environmental aspects of fuel processing
Combustion processes and technologies	2	K2A_W12, K2A_W20, K2A_U08, K2A_U11, K2A_U12	Combustion (definition of kinetic and diffusive combustion), stabilization of flame, oil and gas boilers, solid fuel boilers (grate boilers, CFB boilers – construction and working parameters), energy losses during combustion process, efficiency of the boiler, harmful combustion products in flue gases, excess air ratio – calculation methodology and typical values, methods of decreasing sulfur oxides emission
Energy crops	2	K2A_W02, K2A_W05, K2A_W09, K2A_W11, K2A_W13, K2A_W14, K2A_W15, K2A_U22, K2A_U23, K2A_K01, K2A_K05	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technologies for the production of energy crops;</li> <li>• Crop breeding – current constraints and barriers to yield growth, GM crops, biotechnology and future trends;</li> <li>• Physiological basis for biomass growth and qualitative composition - physicochemical modifications to improve the conditions of biomass growth (technologies of tillage, sowing, cultivating and harvesting energy crops);</li> <li>• Conditions for the production of energy crops, their economic importance and possibilities of cultivation in Poland and in the world; legal conditions of cultivation of energy crops;</li> <li>• Energy plant species (<i>Miscanthus</i> sp., <i>Spartina</i> sp., <i>Reynoutria sachalinensis</i>, <i>Rosa multiplora</i>, <i>Sida hermaphrodita</i>, <i>Helianthus tuberosus</i>, <i>Salix viminalis</i>, etc.)</li> <li>• Technologies for the production of energy crops depending on the methods of energy producing from biomass</li> </ul>
Biofuels production technologies	3	K2A_W02, K2A_W04, K2A_W05, K2A_W06, K2A_W11, K2A_W13, K2A_W14, K2A_U01, K2A_U02, K2A_U04, K2A_U08, K2A_U14, K2A_K02, K2A_K03, K2A_K04, K2A_K05	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biogas production technologies at municipal and industrial wastewater treatment plants</li> <li>• Technologies of biogas production at agricultural plants</li> <li>• Biodiesel production technologies</li> <li>• Technologies based on algae</li> <li>• Technologies of ethanol production with carbon monoxide</li> <li>• Technologies of butanol production</li> <li>• Integrated electro-microbial fuel production</li> </ul>
Control of biotechnical systems	4	K2A_W01, K2A_W04, K2A_W06, K2A_W08, K2A_W12, K2A_W18, K2A_U03, K2A_U07, K2A_K03, K2A_K07	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The control system: measurement, control algorithm, actuators(examples)</li> <li>• Measurements in biotechnology (description of the commonly used measurements in biotechnology, for example level, flow, temperature, ion selective measurements etc.)</li> <li>• Actuators (pumps, valves, mixers etc..)</li> <li>• Industrial controllers (processor units, I-O modules, A-D converters etc.)</li> <li>• Controllers programming foundations (in a selected language)</li> <li>• PID controller (algorithm, implementation)</li> <li>• Selected control systems (level, flow, temperature dissolved oxygen, pH etc..)</li> <li>• Supervisory Control and Data Acquisition Systems (SCADA).</li> <li>• Selected advanced control systems topics (redundancy, identification, advanced control algorithms etc..)</li> </ul>

Computer methods in engineering	4	K2A_W01, K2A_W07, K2A_U10, K2A_K01, K2A_K03	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modern programming environments</li> <li>• Synchronization methods in programming</li> <li>• Multithreaded programming</li> <li>• Implementation of user interfaces</li> <li>• Implementation of control algorithms</li> <li>• Modern environments for advanced data analysis</li> <li>• Massive data processing, machine learning</li> <li>• Web applications and creating independent applications</li> </ul>
Elective subject 2	2	K2A_W03 K2A_U08 K2A_K01	Selected problems from various fields of biotechnology
The use of biofuels in electric energy production	3	K2A_W01, K2A_W20, K2A_U01, K2A_U08, K2A_U11, K2A_U21	Fundamentals of operation of internal combustion engines - thermodynamic cycles. The design of internal combustion engines. Parameters characterizing the performance of combustion engine - torque, power, efficiency. Characteristics of liquid biofuels and natural gas in the context of their use in reciprocating internal combustion engines (octane number, cetane, methane). Properties of fuel and air - fuel mixture. The emissions of harmful substances, the efficiency of internal combustion engines fuelled with biofuels
Molecular biology in microbial biocenoses monitoring	2	K2A_W01, K2A_W02, K2A_W03, K2A_W04, K2A_W05, K2A_W10, K2A_U01, K2A_U04, K2A_U07, K2A_U23, K2A_U24, K2A_K01, K2A_K02, K2A_K05, K2A_K06	<p>Genetics and cell biology basics – DNA, RNA, cell cycle, gene expression, mitosis, meiosis, Pro- and Eukaryota genetic material characteristics, inheritance types, Molecular marker definition and types, molecular markers types</p> <p>DNA polymorphism</p> <p>Molecular markers usage in bacteria, plants and animals culturing</p> <p>Molecular methods types: PCR, hybridization, DNA and protein electrophoresis, DNA cloning and sequencing, restriction enzymes</p> <p>Molecular phylogenetics; dendrogram types</p> <p>Molecular clock, genetic maps construction, marker assisted selection</p> <p>Bacteria markers – housekeeping vs functional markers, universal molecular marker</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• NCBI data base</li> </ul>
Computer aided optimization	3	K2A_W01, K2A_W18, K2A_W19, K2A_U01, K2A_U02, K2A_U04, K2A_U07, K2A_U12, K2A_U13, K2A_U16, K2A_K03, K2A_K07	<p>Examples of optimization problems; defining optimality criteria</p> <p>Computational methods for multivariable optimization</p> <p>Linear programming</p> <p>Dynamic programming</p> <p>Linear-Quadratic problem</p> <p>Biologically inspired optimization algorithms</p> <p>Optimization in graph problems (maximal flow, shortest path, critical path, minimum spanning tree, etc.)</p>
Elective subject 3: Biobusiness projects management or bioeconomics	2	K2A_W04, K2A_W12, K2A_W14, K2A_W15, K2A_W16, K2A_U01, K2A_U03, K2A_U04, K2A_U05, K2A_U18, K2A_U21, K2A_K01, K2A_K02, K2A_K05, K2A_K06	<p>Biotechnological and bioenergetics market dynamics – evaluation of project potential and possible risk</p> <p>Company competitiveness – quality management in bio-business</p> <p>Business and science cooperation</p> <p>Technology transfer in biotechnology and bioenergetics field</p> <p>Efficient commercialization of science research in biotechnology and bioenergetics field</p> <p>Laboratory infrastructure management</p> <p>Finance, biotechnological projects, time and knowledge management in bio-business,</p> <p>Financial tools - gaining research funds</p> <p>Economical, taxes and labor legislation</p> <p>Law in biotechnology – patents and intellectual property</p>
Elective subject 4	2	K2A_W03 K2A_U08 K2A_K01	Selected problems from various fields of biotechnology
Speciality seminar	4	K2A_W01, K2A_W02, K2A_W05,	Student chooses the issue from the field of environmental biotechnology, gains actual scientific information from international journals, prepares synthetic presentation of the obtained information according to the syllabus for scientific

		K2A_W09, K2A_W11, K2A_W18, K2A_W19, K2A_W20, K2A_U01, K2A_U02, K2A_U04, K2A_U05, K2A_U06, K2A_U07, K2A_U08, K2A_U10, K2A_U12, K2A_U13, K2A_U14, K2A_U15, K2A_U25, K2A_K01, K2A_K05	presentation
--	--	---	--------------

### Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu kształcenia

Nazwa sposobu weryfikacji i oceny efektów uczenia się	Opis sposobu weryfikacji i oceny efektów uczenia się
Egzamin - ustny, opisowy, testowy	Egzamin sprawdza wiedzę studenta, jego zdolność do łączenia faktów, krytycznego myślenia w rozwiązywaniu problemów inżynierskich i wyciągania poprawnych wniosków. Egzamin może mieć formę pytań otwartych, opisowych; testów jednokrotnego wyboru lub testów wielokrotnego wyboru. Egzamin ustny ma na celu sprawdzenie wiedzy studenta i jego zdolności do formułowania jasnych i zwięzłych wypowiedzi, zrozumienia zagadnień stanowiących treści kształcenia przedmiotu, łączenia, analizy i syntezy faktów, rozwiązywania problemów inżynierskich wskazanych przez egzaminatora.
Zaliczenie - ustne, opisowe, testowe	Zaliczenie sprawdza wiedzę studenta z zakresu zrealizowanego w ramach przedmiotu materiału (np. z części wykładowej); forma: pytania otwarte, dialog z prowadzącym zajęcia (sprawdzenie poziomu zrozumienia, umiejętności analizy, syntezy i rozwiązywania problemów).
Kolokwium i kartkówki	Kolokwium i kartkówki sprawdzają wiedzę studenta z określonego zakresu zrealizowanego w ramach przedmiotu materiału (np. z konkretnego działu); forma: pytania otwarte, opisowe; krótkie pytania opisowe; testy jednokrotnego wyboru; testy wielokrotnego wyboru.
Przygotowanie projektu, referatu, eseju i prezentacji multimedialnych	Pozyskiwanie materiałów naukowych ze źródeł analogowych i cyfrowych, ich opracowanie, krytyczna analiza oraz prezentacja np. na forum grupy ćwiczeniowej.
Wykonanie sprawozdania laboratoryjnego	Opracowanie techniczne na podstawie przeprowadzonego eksperymentu, krytyczna interpretacja uzyskanych wyników pod kierunkiem prowadzącego oraz postawienie wniosków, a także ich dyskusja na podstawie literatury.
Wypowiedzi ustne, aktywność w dyskusji/debacie	Wypowiedź na określony temat naukowy, weryfikująca wiedzę merytoryczną oraz kształtującą kompetencje miękkie.
Rozwiązywanie zadań problemowych	Rozwiązywanie zadań nietypowych, uczących kreatywnego myślenia, rozwijające pomysłowość oraz zdolność syntezy i weryfikacji danych.
Analiza przypadków Case Study	Szczegółowy opis rzeczywistego przypadku; służy sprawdzeniu umiejętności do wyciągania wniosków co do przyczyn i rezultatów przebiegu określonego przypadku oraz pokazaniu koncepcji wartych naśladowania lub unikania
Ocena pracy dyplomowej i egzaminu dyplomowego	Zgodnie z obowiązującym Regulaminem studiów. Praca dyplomowa stanowi samodzielne opracowanie zagadnienia naukowego lub praktycznego albo dokonanie techniczne, prezentujące ogólną wiedzę i umiejętności studenta związane ze studiami nadanym kierunkowi, poziomowi i profilowi oraz umiejętności samodzielnej analizowania, wnioskowania, syntezy i rozwiązywania problemów. Student dokonuje wyboru tematu pracy dyplomowej spośród zatwierdzonych przez kierownika odpowiedniej jednostki organizacyjnej. Wartość merytoryczna pracy oceniana jest przez promotora i recenzenta. Egzamin dyplomowy odbywa się przed powołaną przez Rektora lub pełnomocnika Rektora komisją, sprawdza wiedzę studenta z zakresu studiowanej specjalności, jego zdolność do łączenia faktów, krytycznego myślenia i rozwiązywania problemów inżynierskich.