

**Sylabusy (karty) przedmiotów obowiązkowych nowej,
anglojęzycznej specjalności**
Green Technologies in Chemical Engineering
**oraz zmienionych przedmiotów obowiązkowych
w dotychczasowych specjalnościach polskojęzycznych:**
Inżynierii Procesów Przemysłowych (IPP), Inżynieria
Produktów Nanostrukturalnych (IPN), Inżynieria Układów
Rozproszonych (IUR), Bioinżynieria (BIO)
**realizowanych w ramach studiów II stopnia
na Wydziale Inżynierii Chemicznej i Procesowej PW**

Spis treści

1. Karty przedmiotów obowiązkowych nowej, anglojęzycznej specjalności <i>Green Technologies in Chemical Engineering</i>	4
1.1. Applied Transport Phenomena (Podstawy Procesów Przenoszenia)	4
1.2. Process Dynamics & Control (Dynamika procesowa i sterowanie procesami)	6
1.3. Applied Fluid Mechanics (Stosowana Mechanika Płynów).....	8
1.4. Kinetics, Catalysis & Reactor Design (Kinetyka, kataliza i projektowanie reaktorów) 10	
1.5. Gas and Liquid Purification Processes (Procesy oczyszczania gazów i cieczy).....	12
1.6. Equipment for Heat & Mass Transfer (Aparatura dla procesów wymiany ciepła i masy)	14
1.7. Energy Conversion & Storage (Przetwarzanie i magazynowanie energii)	16
1.8. Sustainable Development in Process Engineering (Zasady zrównoważonego rozwoju w inżynierii procesowej)	18
1.9. Electrochemistry for Renewable Energy (Elektrochemia dla Energii Odnawialnej)....	20
1.10. Bioreactor Design and Modelling (Projektowanie i Modelowanie Bioreaktorów).....	22
1.11. Bioconversion of Waste Raw Materials (Biokonwersja surowców odpadowych)	24
1.12. Process Optimization (Optymalizacja Procesowa).....	26
1.13. Industrial Process Modelling and Simulation (Modelowanie procesów przemysłowych)	28
1.14. Fundamentals of Process Intensification (Podstawy intensyfikacji procesów).....	30
1.15. Process Economy (Ekonomia procesów przemysłowych).....	32
1.16. Advanced Waste Management (Zaawansowana gospodarka odpadami).....	34
1.17. Engineering Methods in Physiology (Metody inżynierskie w zagadnieniach fizjologii)	37
1.18. Advanced Materials in Chemical Engineering (Zaawansowane materiały w inżynierii chemicznej).....	39
1.19. Multiscale Modelling (Modelowanie wielkoskalowe)	41
1.20. Diploma Workshop (Pracownia Dyplomowa)	43
1.21. Diploma Seminar (Seminarium dyplomowe).....	45
1.22. Master of Science Thesis (Praca dyplomowa magisterska)	47
2. Karty zmienionych obowiązkowych przedmiotów podstawowych polskojęzycznych specjalności IPP, IUR, IPN i BIO	49
2.1. Obliczeniowa mechanika płynów	49
2.2. Optymalizacja procesowa.....	51
2.3. Mechanika płynów	53
2.4. Symulacja komputerowa procesów przemysłowych.....	55
3. Karty zmienionych obowiązkowych przedmiotów specjalnościowych BIO.....	57

3.1. Metody inżynierskie w zagadnieniach fizjologii.....	57
3.2. Modelowanie bioprocessów	59
3.3. Inżynieria Bioprocessów i Bioreaktorów	61
4.4. Nanotechnologia	63
3.5. Inżynieria biomedyczna.....	65

1. Karty przedmiotów obowiązkowych nowej, anglojęzycznej specjalności *Green Technologies in Chemical Engineering*

1.1. Applied Transport Phenomena (Podstawy Procesów Przenoszenia)



Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu		Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Podstawy Procesów Przenoszenia	
			w j. angielskim	Applied Transport Phenomena	
Kierownik przedmiotu	prof. dr hab. inż. Eugeniusz Molga				
Jednostka prowadząca	WICHiP PW	Kierunek studiów	Inżynieria chemiczna i procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	1	Specjalność	Green Technologies in Chemical Engineering
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy specjalnościowy	Język zajęć	angielski	Tryb prowadzenia zajęć	kontaktowy i stacjonarny
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Nie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	45	Sumaryczna liczba ECTS	3
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	2	---	---	3
	łącznie w semestrze	30	---	---	15

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

I.1.	Podstawowa znajomość Matematyki wyższej.
I.2.	Podstawowa znajomość przedmiotu Chemia Fizyczna.

II. Cele przedmiotu

II.1.	Celem przedmiotu jest poznanie i uporządkowanie podstawowych (na poziomie akademickim) informacji w zakresie procesów przenoszenia pędu, ciepła i masy.
II.2.	Zakres przedmiotu obejmuje również praktyczne zapoznanie się z typowymi przykładami wymienionych zjawisk przenoszenia poprzez wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych oraz metodami opisu tych zjawisk.

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

III.1. Wykład

Lp.	Treść
1.	Mechanizmy przenoszenia pędu, ciepła i masy.
2.	Zjawiska przenoszenia pędu – rodzaje (zakresy) przepływów, modele reologiczne płynów, metody wyznaczania profili prędkości i naprężeń ścinających w zależności od mechanizmu przenoszenia.
3.	Zjawiska przenoszenia ciepła – metody wyznaczania profili temperatur oraz strumieni i gęstości strumieni ciepła w zależności od mechanizmów przenoszenia. Metody intensyfikacji procesów przenoszenia ciepła.
4.	Zjawiska przenoszenia masy – metody wyznaczania profili stężeń oraz strumieni i gęstości strumieni masy w zależności od mechanizmów przenoszenia. Metody intensyfikacji procesów przenoszenia masy. Opis procesów równoczesnego przenoszenia ciepła i masy.

III.2. Laboratorium

Lp.	Treść
1.	Wykonanie wybranego ćwiczenia laboratoryjnego dotyczącego zjawiska przenoszenia pędu. Interpretacja uzyskanych wyników oraz opis badanego procesu.
2.	Wykonanie wybranego ćwiczenia laboratoryjnego dotyczącego zjawiska przenoszenia ciepła. Interpretacja uzyskanych wyników oraz opis badanego procesu.
3.	Wykonanie wybranego ćwiczenia laboratoryjnego dotyczącego zjawiska przenoszenia masy. Interpretacja uzyskanych wyników oraz opis badanego procesu.

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu

Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				
W1	K2_W04	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma ugruntowaną wiedzę niezbędną do sporządzania bilansów masy, składnika, pędu i energii z uwzględnieniem zjawisk przenoszenia pędu, masy i energii.	SP
UMIĘTNOŚCI				

U1	K2_U01	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz źródeł, także w języku obcym, w zakresie inżynierii chemicznej i procesowej, potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	D
U2	K2_U02	P7S_UK P7U_U	Potrafi komunikować się na tematy związane z inżynierią chemiczną w zróżnicowanych środowiskach społecznych i zawodowych, także w języku obcym i prowadzić debatę.	D
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K01	I.P7S_KK P7U_K	Jest gotów do krytycznej oceny swojej wiedzy i jej doskonalenia z wykorzystaniem różnych źródeł informacji.	D
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa	
<p>1. R. B. Bird et al., Transport Phenomena, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., 2002. 2. J. R. Welty et al., Fundamentals of Momentum, Heat and Mass Transfer, John Wiley & Sons, Inc., 2008.</p>	

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się		
Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów	45
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	10
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	15
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	15
Sumaryczny nakład pracy studenta		85
Liczba punktów ECTS		3

1.2. Process Dynamics & Control (Dynamika procesowa i sterowanie procesami)



**Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej**

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu		Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Dynamika procesowa i sterowanie procesami	
			w j. angielskim	Process Dynamics & Control	
Kierownik przedmiotu	dr inż. Jan Krzysztoforski				
Jednostka prowadząca	WzChIP	Kierunek studiów	Inżynieria chemiczna i procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	1	Specjalność	Green Technologies in Chemical Engineering
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy specjalnościowy	Język zajęć	angielski	Tryb prowadzenia zajęć	kontaktowy i stacjonarny
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Tak	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	30	Sumaryczna liczba ECTS	2
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	2	---	---	1
	łącznie w semestrze	20	---	---	10

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

I.1.	Brak wymagań wstępnych i dodatkowych.
------	---------------------------------------

II. Cele przedmiotu

II.1.	Przekazanie studentom wiedzy dotyczącej dynamiki obiektów inżynierii chemicznej, a także budowy i zasady działania układów sterowania i regulacji automatycznej oraz układów do monitorowania przebiegu procesów, w szczególności w obszarze inżynierii chemicznej oraz „Zielonych Technologii”.
II.2.	Nabywanie przez studentów umiejętności zaprojektowania prostych układów regulacji automatycznej dla aparatów procesowych.
II.3.	Zapoznanie studentów z metodami doświadczalnymi badania statycznych i dynamicznych właściwości obiektów oraz układów regulacji automatycznej, a także z podstawowymi zasadami modelowania matematycznego układów dynamicznych.

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

III.1. Wykład

Lp.	Treść
1.	Wstęp do dynamiki procesowej i sterowania procesami (znaczenie układów regulacji automatycznej w procesach przemysłowych, obiekt, sygnały wejściowe i wyjściowe, wymuszenie i odpowiedź obiektu, charakterystyka statyczna i dynamiczna obiektu, rodzaje funkcji wymuszającej, sterowanie i regulacja, budowa i zasada działania układów sterowania i regulacji, rodzaje regulacji).
2.	Budowa i zasada działania podzespołów tworzących układy sterowania i układy regulacji (obiekt regulacji, przetwornik pomiarowy, urządzenie wykonawcze, regulator, przyrządy do transmisji danych, panel operatora).
3.	Układy dynamiczne i modelowanie matematyczne (stany stacjonarne i niestacjonarne obiektów, stabilność układu, wpływ rodzaju regulatora na zachowanie dynamiczne układu regulacji, dobór typu regulatora oraz jego nastaw, sposoby modelowania matematycznego układów regulacji).
4.	Układy sterowania i regulacji automatycznej dla wybranych typów aparatów procesowych (zbiornik, wymiennik ciepła, piec, reaktor, bioreaktor, kolumna rektyfikacyjna, ...).

III.2. Laboratorium

Lp.	Treść
1.	Badanie dynamiki regulacji automatycznej temperatury w reaktorze zbiornikowym z mieszanym.
2.	Badanie dynamiki regulacji automatycznej poziomu cieczy w zbiorniku.
3.	Modelowanie matematyczne układów regulacji automatycznej

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu

Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				
W1	K2_W07	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma wiedzę w zakresie dynamiki procesowej i zna zasady funkcjonowania układów regulacji automatycznej w instalacjach przemysłowych.	EP/SPR
UMIĘJĘTNOŚCI				

U1	K2_U15	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi dokonać identyfikacji właściwości dynamicznych obiektów typowych dla inżynierii chemicznej, tworzyć opis matematyczny takich właściwości oraz realizować symulacje matematyczne dynamiki obiektów.	EP/SPR
U2	K2_U16	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi nadzorować i modelować przebieg procesów regulacji automatycznej obiektów typowych dla inżynierii chemicznej.	EP/SPR
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K01	I.P7S_KK P7U_K	Jest gotów do krytycznej oceny swojej wiedzy i jej doskonalenia z wykorzystaniem różnych źródeł informacji.	EP/SPR
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa				
1. Peacock, D. G., Richardson, J. F., 2012. Chemical Engineering, Volume 3: Chemical and Biochemical Reactors and Process Control (Vol. 3). Elsevier.				
2. Ingham, J., Dunn, I. J., Heinzle, E., Přenosil, J. E., Snape, J. B., 2008. Chemical engineering dynamics: an introduction to modelling and computer simulation (Vol. 3). John Wiley & Sons.				

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się		
Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	30
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	2
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	9
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	15
Sumaryczny nakład pracy studenta		56
Liczba punktów ECTS		2

1.3. Applied Fluid Mechanics (Stosowana Mechanika Płynów)



**Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej**

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu		Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Stosowana Mechanika Płynów	
			w j. angielskim	Applied Fluid Mechanics	
Kierownik przedmiotu	dr hab. inż. Antoni Rozeń, prof. uczelni				
Jednostka prowadząca	WICHIP PW	Kierunek studiów	Inżynieria Chemiczna i Procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	1	Specjalność	Green Technologies in Chemical Engineering
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy	Język zajęć	angielski	Tryb prowadzenia zajęć	kontaktowy i stacjonarny
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Nie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	30	Sumaryczna liczba ECTS	2
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	2	---	---	2
	łącznie w semestrze	20	---	---	10

I. Wymagania wstępne i dodatkowe	
I.1.	Znajomość podstaw rachunku różniczkowego i całkowego oraz algebry wektorów i tensorów.
I.2.	Znajomość dynamiki punktu materialnego oraz pojęć pracy i energii mechanicznej.
I.3.	Znajomość podstawowych pojęć i praw termodynamiki.

II. Cele przedmiotu	
II.1.	Opanowanie przez studentów podstaw głównych działów mechaniki płynów takich jak: własności płynów, statyka i kinematyka płynów, dynamika płynu doskonałego i rzeczywistego.
II.2.	Zapoznanie się studentów z charakterystyką: przepływu laminarnego i burzliwego, przepływu w warstwie przyściennej i przepływu ściśliwego.
II.3.	Nauka przez studentów wykonywania typowych obliczeń hydraulicznych: przepływu w przewodach ciśnieniowych i beciśnieniowych oraz przepływu w ośrodkach porowatych, a także metod redukcji oporów przepływu w celu obniżenia zużycia energii.
II.4.	Zapoznanie się studentów z przyrządami do pomiaru ciśnienia i przepływu płynu oraz urządzeniami do przetłaczania płynów i metodami ich doboru w celu osiągnięcia maksymalnej sprawności energetycznej.

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)	
III.1. Wykład	
Lp.	Treść
1.	Podstawowe pojęcia mechaniki płynów. Siły masowe i naprężenia powierzchniowe działające w płynach. Równanie równowagi płynu.
2.	Metody opisu ruchu płynów (wektor prędkości, linia prądu, trajektoria). Bilans masy płynu (równanie ciągłości).
3.	Bilans pędu płynu doskonałego (równanie Eulera). Bilans energii mechanicznej płynu doskonałego (równanie Bernoulliego).
4.	Przepływ płynu doskonałego przez przewody. Kawitacja i udar hydrauliczny.
5.	Naprężenia lepkie w płynach rzeczywistych. Charakterystyka przepływu laminarnego i burzliwego. Bilans pędu płynu rzeczywistego (równanie Naviera-Stokesa).
6.	Równanie Bernoulliego dla płynu rzeczywistego. Opory przepływu przez przewody i ośrodki porowate oraz metody redukcji oporów.
7.	Przepływ płynu w warstwie przyściennej. Opory opływu ciał zanurzonych w płynie.
8.	Pomiar ciśnienia i natężenia przepływu płynu
9.	Budowa, zasada działania i metody optymalizacji energetycznej pracy pomp i sprężarek.
10.	Elementy dynamiki gazów.
III.2. Laboratorium	
Lp.	Treść
1.	Regulamin laboratorium i przepisy BHP. Klasa przyrządu pomiarowego, błędy pomiarowe.
2.	Przyrządy do pomiaru ciśnienia (manometry). Przyrządy do pomiaru natężenia przepływu (przepływomierze).
3.	Doświadczenie Reynoldsa.
4.	Opory przepływu w przewodach pod ciśnieniem.
5.	Charakterystyka pompy odśrodkowej.

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu				
Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				
W1	K2_W02	I.P7S_WG.o P7U_W	Ma pogłębioną wiedzę z fizyki niezbędną do interpretacji zjawisk fizycznych w procesach przemysłowych.	SP/SU
W2	K2_W04	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma ugruntowaną wiedzę niezbędną do sporządzania bilansów masy, składnika, pędu i energii z uwzględnieniem zjawisk przenoszenia pędu, masy i energii.	SP/SU
UMIĘTNOŚCI				
U1	K2_U05	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi planować i prowadzić prace badawcze, korzystać z przyrządów pomiarowych oraz interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.	SPR
U2	K2_U07	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi modelować przebieg operacji fizycznych i procesów chemicznych w aparatach i urządzeniach przemysłowych.	SP/SU
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K01	I.P7S_KK P7U_K	Jest gotów do krytycznej oceny swojej wiedzy i jej doskonalenia z wykorzystaniem różnych źródeł informacji.	SP/SU
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa
1. White F. M.: "Fluid Mechanics", McGraw-Hill, 2011.
2. Fox R. W., McDonald A.T., Mitchell J.W.: "Fox and McDonald's Introduction to Fluid Mechanics", John Wiley and Sons, Inc., 2020.
3. Bird R. B., Stewart W.E., Lightfoot E.N, "Transport Phenomena", John Wiley and Sons, Inc., 2002.
4. Aris R., "Vectors, Tensors, and the Basic Equations of Fluid Dynamics", Dover Publications, Inc., 1989.

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się		
Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	30
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	4
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	10
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	6
Sumaryczny nakład pracy studenta		50
Liczba punktów ECTS		2

1.4. Kinetics, Catalysis & Reactor Design (Kinetyka, kataliza i projektowanie reaktorów)



Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu		Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Kinetyka, kataliza i projektowanie reaktorów	
			w j. angielskim	Kinetics, Catalysis & Reactor Design	
Kierownik przedmiotu	Prof. dr inż. Andrzej Stankiewicz				
Jednostka prowadząca	WzChP PW	Kierunek studiów	Inżynieria chemiczna i procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	1	Specjalność	Green Technologies in Chemical Engineering
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy specjalnościowy	Język zajęć	angielski	Tryb prowadzenia zajęć	kontaktowy i stacjonarny, z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Tak	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	75	Sumaryczna liczba ECTS	5
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	2	---	3	---
	łącznie w semestrze	30	---	45	---

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

I.1.	Brak wymagań
------	--------------

II. Cele przedmiotu

II.1.	Zdobycie podstawowej wiedzy z zakresu kinetyki reakcji chemicznych i katalizy.
II.2.	Nabywanie umiejętności stosowania w/w wiedzy do projektowania i powiększania skali przemysłowych reaktorów chemicznych.
II.3.	Zdobycie podstawowej wiedzy z zakresu bezpieczeństwa pracy reaktorów chemicznych.
II.4.	Zdobycie praktycznej wiedzy dotyczącej operacji rozmaitych typów reaktorów do procesów jedno – i wielofazowych.
II.5.	Nabywanie umiejętności doboru optymalnego typu reaktora do danego procesu chemicznego.
II.6.	Zdobycie wiedzy na temat najnowszych rozwiązań w reaktorach chemicznych opartych o odnawialne źródła energii.

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

III.1. Wykład

Lp.	Treść
1.	Fundamenty termodynamiki i kinetyki reakcji chemicznych. Definicje i terminologia. Podstawowe typy reakcji.
2.	Reakcje w układach jednofazowych: wyznaczanie kinetyki reakcji prostych i złożonych.
3.	Kataliza i katalizatory: kinetyka molekularna procesów powierzchniowych. Kinetyka reakcji w katalizatorach porowatych. Aktywacja, dezaktywacja i regeneracja katalizatorów.
4.	Bilanse materiałowe w reaktorach. Podstawowe, idealne typy reaktorów. Kombinacje rozmaitych typów reaktorów. Reaktory nieidealne – koncept rozkładu czasów przebywania.
5.	Reakcje w układach wielofazowych. Problemy przenoszenia masy w reaktorach gaz-ciało stałe oraz gaz-ciecz(-ciało stałe).
6.	Reaktory nieizotermiczne. Bilanse energii oraz strategie kontrolowania profili temperatury w reaktorach. Stabilność termiczna i bezpieczeństwo pracy reaktorów do procesów silnie egzotermicznej.
7.	Modelowanie i projektowanie reaktorów przemysłowych.
8.	Metody doboru optymalnego typu reaktora dla danego procesu.
9.	Reaktory specjalne. Wykorzystanie odnawialnej energii w reaktorach chemicznych. Reaktory chemiczne a dekarbonizacja procesów.

III.2. Ćwiczenia projektowe

Lp.	Treść
1.	Projektowanie wielorurkowego reaktora katalitycznego do silnie egzotermicznej reakcji chemicznej

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu

Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				
W1	K2_W03	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	Ma specjalistyczną wiedzę dotyczącą procesów i operacji inżynierii chemicznej realizowanych w różnych skalach.	EP

		P7U_W		
W2	K2_W04	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma ugruntowaną wiedzę niezbędną do sporządzania bilansów masy, składnika, pędu i energii z uwzględnieniem zjawisk przenoszenia pędu, masy i energii.	EP
W3	K2_W05	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma podbudowaną teoretycznie i ugruntowaną wiedzę niezbędną do projektowania procesów i aparatów przemysłu przetwórczego.	EP, WP
W4	K2_W09	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma wiedzę o kierunkach rozwoju technologii przemysłowych i najnowszych osiągnięciach inżynierii chemicznej i procesowej.	D
UMIĘTNOŚCI				
U1	K2_U01	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz źródeł, także w języku obcym, w zakresie inżynierii chemicznej i procesowej, potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	EP, WP, D
U2	K2_U06	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi projektować i realizować urządzenia, obiekty, systemy i procesy typowe dla przemysłu przetwórczego.	EP, WP, D
U3	K2_U11	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi krytycznie ocenić istniejące rozwiązania techniczne typowe dla inżynierii chemicznej i zaproponować jego modernizację.	EP, WP, D
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K01	I.P7S_KK P7U_K	Jest gotów do krytycznej oceny swojej wiedzy i jej doskonalenia z wykorzystaniem różnych źródeł informacji.	EP, WP, D
KS2	K2_K02	I.P7S_KR P7U_K	Jest gotów do identyfikacji i prawidłowego rozwiązywania problemów związanych z wykonywaniem zawodu inżyniera przestrzegając zasad etyki i dbając o dorobek zawodowy oraz jego rozwój.	EP, WP, D
KS3	K2_K03	I.P7S_KO P7U_K	Jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy.	WP, D
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa

1. O. Levenspiel, "Chemical Reaction Engineering", J. Wiley, 1999.
2. L. Schmidt, "The Engineering of Chemical Reactions", Oxford, 1997.
3. H. Scott Fogler, "Elements of Chemical Reaction Engineering", Prentice Hall, 2013.
4. P. Trambouze, "Chemical Reactors: design/engineering/operation", Editions Technip, 2005.

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się

Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	75
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	15
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	30
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	15
Sumaryczny nakład pracy studenta		135
Liczba punktów ECTS		5

1.5. Gas and Liquid Purification Processes (Procesy oczyszczania gazów i cieczy)



Karta przedmiotu

Kod przedmiotu		Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Procesy oczyszczania gazów i cieczy	
			w j. angielskim	Gas and Liquid Purification Processes	
Kierownik przedmiotu	prof. dr hab. inż. Arkadiusz Moskal				
Jednostka prowadząca	WICHIP PW	Kierunek studiów	Inżynieria Chemiczna i Procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	1	Specjalność	Green Technologies in Chemical Engineering
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy specjalnościowy	Język zajęć	angielski	Tryb prowadzenia zajęć	kontaktowy i stacjonarny
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Nie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	45	Sumaryczna liczba ECTS	3
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	2	---	---	1
	łącznie w semestrze	30	---	---	15

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

I.1.	Brak
------	------

II. Cele przedmiotu

II.1.	Zapoznanie studentów z procesami biologicznymi, chemicznymi i fizykochemicznymi wykorzystywanymi do oczyszczania strumieni gazów i cieczy powstałych w różnych procesach technologicznych.
II.2.	Zdobycie przez studenta umiejętności przewidywania efektów rozdzielania układów dwufazowych tworzących zawiesiny ciekłe i aerozole oraz wykorzystania podstawowych technik separacji układów rozproszonych i aparatu pojęciowego Inżynierii Chemicznej.
II.3.	Zapoznanie studentów z technikami sorpcyjnymi oczyszczania gazów z zanieczyszczeń gazowych.
II.4.	Praktyczne zapoznanie studentów z procesami stosowanymi do rozdzielania ciekłych układów rozproszonych oraz mieszanin gazowych w tym oczyszczania, również mikrobiologicznego cieczy i gazów oraz określania stopnia ich zanieczyszczenia.
II.5.	Samodzielne przeprowadzenie procesu doboru technik separacyjnych dla wybranych układów rozproszonych występujących w procesach technologicznych w skali przemysłowej ze szczególnym uwzględnieniem oczyszczania ścieków i gazów odlotowych.

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

III.1. Wykład

Lp.	Treść
1.	Ogólna charakterystyka układów rozproszonych i mieszanin gazowych.
2.	Mechaniczne metody rozdzielania mieszanin ciekłych i gazowych.
3.	Sedymentacja.
4.	Wirówki.
5.	Filtracja węgłbna i plackowa.
6.	Filtracja membranowa.
7.	Wykorzystanie pola elektrycznego do oczyszczania gazów i cieczy.
8.	Procesy sorpcyjne w układzie ciecz – gaz, ciecz – ciało stałe, gaz – ciało stałe.
9.	Separacja pianowa.
10.	Wymiana jonowa.
11.	Utlenianie chemiczne.
12.	Podstawy utleniania biologicznego zanieczyszczeń w cieczach.
13.	Procesy usuwania z gazów zanieczyszczeń gazowych takich jak m.in. tlenki siarki, tlenki azotu, lotne związki organiczne (absorpcja, adsorpcja, kondensacja, spalanie, metody biologiczne).

III.2. Laboratorium

Lp.	Treść
1.	Badanie filtracji aerozolowych cząstek stałych w filtrach włókninowych.
2.	Filtracja węgłbna.
3.	Separacja pianowa.
4.	Odpylanie mokre.
5.	Membranowe metody rozdzielania gazów.

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu

Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				
W1	K2_W03	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma specjalistyczną wiedzę dotyczącą procesów oczyszczania gazów i cieczy z zanieczyszczeń stałych i gazowych realizowanych w różnych skalach.	SP
W2	K2_W01 K2_W02 K2_W03 K2_W08	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Posiada wiedzę o procesach biologicznych, chemicznych i fizyko-chemicznych oczyszczania ścieków i uzdatniania wody.	SP
W3	K2_W04	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma rozszerzoną wiedzę niezbędną do zrozumienia podstaw fizycznych i chemicznych procesów oczyszczania cieczy i gazów oraz ich matematycznego opisu.	SP
UMIĘJĘTNOŚCI				
U1	K2_U06	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi projektować i realizować proste procesy, operacje jednostkowe i aparaturę stosowaną w oczyszczaniu gazów z zanieczyszczeń gazowych i aerozolowych.	SP
U2	K2_U12	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi zaproponować rozwiązania w zakresie usuwania zanieczyszczeń rozpuszczonych w wodzie zgodnie z wymogami ekologii i ochrony środowiska.	SP
U3	K2_U18	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi stosować różne techniki procesów rozdzielania roztworów.	SP
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K04	I.P7S_KO I.P7S_KR P7U_K	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy. Posiada świadomość konieczności ochrony środowiska. Wie czym są Zielone technologie.	SP
KS2	K2_K01	I.P7S_KK P7U_K	Potrafi pracować samodzielnie mając świadomość konieczności stałego pogłębiania i aktualizowania wiedzy. Jest gotów do krytycznej oceny swojej wiedzy i jej doskonalenia z wykorzystaniem różnych źródeł informacji.	SP
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa	
<u>Podstawowa:</u>	
1. J. Warych, Oczyszczanie Gazów. Procesy i Aparatura, WNT, Warszawa, 1998.	
2. J. Warych, Procesy Oczyszczania Gazów. Problemy projektowo obliczeniowe, OWPPW, 1999.	
3. Mackenzie L. Davis, Water and Wastewater Engineering. Design and Principles and Practice., Mac Graw Hill, New York, 2010.	
4. B. Cywiński, S. Gdula, E. Kempa, J. Kurbiel, H. Płoszański, Oczyszczanie ścieków, tom 1. Arkady, Warszawa, 1983.	
5. M. Roman, Kanalizacja oczyszczanie ścieków, tom 2, Arkady, Warszawa, 1986.	
6. R. Gawroński, Procesy oczyszczania cieczy, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa, 1999.	
<u>Dodatkowa:</u>	
1. A. L. Kowal, M. Świdorska-Bróz, Oczyszczanie wody, PWN, Warszawa, 1996.	
2. M.A. Winkler, Biological treatment of wastewater, Ellis Horwood Ltd., Chichester, 1984. 3. B. Bartkiewicz, Oczyszczanie ścieków przemysłowych, PWN, Warszawa, 2002.	

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się		
Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	45
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	15
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	25
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	5
Sumaryczny nakład pracy studenta		90
Liczba punktów ECTS		3

1.6. Equipment for Heat & Mass Transfer (Aparatura dla procesów wymiany ciepła i masy)



Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu		Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Aparatura dla procesów wymiany ciepła i masy	
			w j. angielskim	Equipment for Heat & Mass Transfer	
Kierownik przedmiotu	dr hab. inż. Andrzej Krasieński, prof. uczelni				
Jednostka prowadząca	WICHiP	Kierunek studiów	Inżynieria Chemiczna i Procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	1	Specjalność	Green Technologies in Chemical Engineering
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy specjalnościowy	Język zajęć	angielski	Tryb prowadzenia zajęć	kontaktowy i stacjonarny
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Nie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	30	Sumaryczna liczba ECTS	2
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	2	---	---	---
	łącznie w semestrze	30	---	---	---

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

I.1.	Student powinien posiadać podstawową wiedzę z zakresu inżynierii chemicznej, termodynamiki, wymiany ciepła, kinetyki procesowej, rysunku technicznego i materiałoznawstwa.
------	--

II. Cele przedmiotu

II.1.	Zdobycie wiedzy w zakresie budowy, rodzajów stosowanych materiałów, zasady działania, zastosowań i zakresów operacyjnych typowych urządzeń wykorzystywanych w przemyśle chemicznym i pokrewnym.
II.2.	Zapoznanie studentów z zasadami obliczeń wspomagających dobór wielkości aparatów i parametrów operacyjnych ich pracy.

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

III.1. Wykład

Lp.	Treść
1.	Wprowadzenie, klasyfikacja operacji i procesów jednostkowych.
2.	Podstawy kontroli wybranych aparatów.
3.	Wymienniki ciepła: zasady obliczeń wymienników ciepła, budowa i zasada działania wymienników bezprzeponowych i przeponowych.
4.	Założenie roztworów w urządzeniach wyparnych.
5.	Suszarnie ciał stałych.
6.	Absorbery.
7.	Aparaty do ekstrakcji.
8.	Kolumny destylacyjne i rektyfikacyjne.
9.	Krystalizatory.
10.	Reaktory.

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu

Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				
W1	K2_W03	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma specjalistyczną wiedzę dotyczącą procesów i operacji inżynierii chemicznej realizowanych w różnych skalach.	SP, D
W2	K2_W04	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma ugruntowaną wiedzę niezbędną do sporządzania bilansów masy, składnika, pędu i energii z uwzględnieniem zjawisk przenoszenia pędu, masy i energii.	SP, D
W3	K2_W05	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma podbudowaną teoretycznie i ugruntowaną wiedzę niezbędną do projektowania procesów i aparatów przemysłu przetwórczego.	SP, D
UMIĘTNOŚCI				
U1	K2_U01	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	Potrąfi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz źródeł, także w języku obcym, w zakresie inżynierii chemicznej i procesowej, potrafi	SP, D

		P7U_U	integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	
U2	K2_U06	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi projektować i realizować urządzenia, obiekty, systemy i procesy typowe dla przemysłu przetwórczego.	SP, D
U3	K2_U11	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi krytycznie ocenić istniejące rozwiązania techniczne typowe dla inżynierii chemicznej i zaproponować jego modernizację.	SP, D
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K02	I.P7S_KR P7U_K	Jest gotów do identyfikacji i prawidłowego rozwiązywania problemów związanych z wykonywaniem zawodu inżyniera przestrzegając zasad etyki i dbając o dorobek zawodowy oraz jego rozwój.	D
KS2	K2_K03	I.P7S_KO P7U_K	Jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy.	D
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa

1. J. R. Cooper, W. R. Penney, J.R. Fair, S. M. Walas, Chemical Process Equipment – Selection and Design, Butterworth-Heinemann, 2010.
2. J. Warych, Aparatura chemiczna i procesowa, OW PW, Warszawa, 2004.
3. A. Selecki, L. Gradoń, Podstawowe procesy przemysłu chemicznego, WNT, Warszawa, 1985.
4. J. Ciborowski, Podstawy inżynierii chemicznej, WNT, Warszawa, 1967.
5. R. G. Griskey, Transport phenomena and unit operations – a combined approach, Wiley-Interscience, NY, 2002.

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się

Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	30
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	10
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	5
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	15
Sumaryczny nakład pracy studenta		60
Liczba punktów ECTS		2

1.7. Energy Conversion & Storage (Przetwarzanie i magazynowanie energii)



**Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej**

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu		Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Przetwarzanie i magazynowanie energii	
			w j. angielskim	Energy Conversion & Storage	
Kierownik przedmiotu	prof. dr hab. inż. Paweł Gierycz				
Jednostka prowadząca	WICHIP PW	Kierunek studiów	Inżynieria Chemiczna i Procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	1	Specjalność	Green Technologies in Chemical Engineering
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy specjalnościowy	Język zajęć	angielski	Tryb prowadzenia zajęć	kontaktowy i stacjonarny
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Nie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	20	Sumaryczna liczba ECTS	2
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	2	---	---	---
	łącznie w semestrze	20	---	---	---

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

I.1.	Zaliczenie: matematyki, fizyki, chemii (fizycznej)
------	--

II. Cele przedmiotu

II.1.	Wprowadzenie do tematu przetwarzania i magazynowania energii (pojęcie energii, egzergii, użytkowanie energii, itp.).
II.2.	Poznanie nieodnawialnych, odnawialnych i niekonwencjonalnych źródeł energii.
II.3.	Poznanie metod przetwarzania energii otrzymanej z odnawialnych i niekonwencjonalnych źródeł.
II.4.	Poznanie możliwych zagrożeń związanych użytkowaniem energii (skutki środowiskowe, w tym: energia odpadowa i odpady promieniotwórcze).
II.5.	Poznanie metod magazynowania energii.

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

III.1. Wykład

Lp.	Treść
1.	Wprowadzenie: energia, egzergia, użytkowanie energii: I, II, III i zerowa zasada termodynamiki, egzergia, analiza egzergetyczna.
2.	Termodynamika promieniowania.
3.	Źródła energii: energia nieodnawialna, odnawialna i niekonwencjonalna: węgiel, ropa naftowa, energia nuklearna, energia spadku wody, energia wiatru, energia słoneczna, energia geotermalna, energia pływów morskich, biomasa, biogaz.
4.	Przetwarzanie energii: silniki i pompy ciepła.
5.	Przetwarzanie energii promieniowania słonecznego: ogniwa fotowoltaiczne, kolektory, itp.
6.	Przetwarzanie energii: ogniwa chemiczne i paliwowe.
7.	Przetwarzanie energii otrzymywanej ze spadku wód, wiatru, źródeł geotermalnych, pływów i źródeł magneto-hydrodynamicznych.
8.	Zagrożenia związane z użytkowaniem energii – skutki środowiskowe.
9.	Energia odpadowa.
10.	Magazynowanie energii.

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu

Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				
W1	K2_W02	I.P7S_WG.o P7U_W	Ma pogłębioną wiedzę z fizyki niezbędną do interpretacji zjawisk fizycznych w procesach przemysłowych.	SP
W2	K2_W04	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma ugruntowaną wiedzę niezbędną do sporządzania bilansów masy, składnika, pędu i energii z uwzględnieniem zjawisk przenoszenia pędu, masy i energii.	SP
W3	K2_W05	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma podbudowaną teoretycznie i ugruntowaną wiedzę niezbędną do projektowania procesów i aparatów przemysłu przetwórczego.	SP
W4	K2_W09	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	Ma wiedzę o kierunkach rozwoju technologii przemysłowych i najnowszych osiągnięciach inżynierii chemicznej i procesowej.	SP

		P7U_W		
UMIĘTNOŚCI				
U1	K2_U01	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz źródeł, także w języku obcym, w zakresie inżynierii chemicznej i procesowej, potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	SP
U2	K2_U02	P7S_UK P7U_U	Potrafi komunikować się na tematy związane z inżynierią chemiczną w zróżnicowanych środowiskach społecznych i zawodowych, także w języku obcym, i prowadzić debatę.	SP
U3	K2_U07	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi modelować przebieg operacji fizycznych i procesów chemicznych w aparatach i urządzeniach przemysłowych.	SP
U4	K2_U12	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi uwzględnić aspekty ekonomiczne w projektowaniu procesów przemysłowych.	SP
U5	K2_U17	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o I.P7S_U	Potrafi ocenić przydatność metod i narzędzi służących do rozwiązania zadania inżynierskiego, charakterystycznego dla inżynierii chemicznej oraz zidentyfikować ograniczenia tych metod i narzędzi.	SP
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K01	I.P7S_KK P7U_K	Jest gotów do krytycznej oceny swojej wiedzy i jej doskonalenia z wykorzystaniem różnych źródeł informacji.	SP
KS2	K2_K02	I.P7S_KR P7U_K	Jest gotów do identyfikacji i prawidłowego rozwiązywania problemów związanych z wykonywaniem zawodu inżyniera przestrzegając zasad etyki i dbając o dorobek zawodowy oraz jego rozwój.	SP
KS3	K2_K05	I.P7S_KO P7U_K	Ma świadomość ważności pozatechnicznych aspektów oraz skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.	SP
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				
V. Literatura zalecana i dodatkowa				
<u>Literatura zalecana:</u>				
1. B. Sorensen "Renewable Energy Conversion, Transmission, and Storage", Academic Press, 2007.				
2. Thomas Christen "Efficiency and Power in Energy Conversion and Storage. Basic Physical Concepts", CRC Press, 2018.				
<u>Literatura dodatkowa:</u>				
1. S. E. Manahan „Environmental Chemistry”, CRC Press, New York, 2005.				
2. K. T. Valsaraj, "Elements of Environmental Engineering: Thermodynamics and kinetics", CRC Press, New York, 2000.				
3. S. Sieniutycz, J. Jeżowski „Energy Optimization in Process Systems”, Elsevier, Oxford, 2009.				
VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się				
Lp.	Treść			Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.			20
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.			10
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.			10
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.			10
Sumaryczny nakład pracy studenta				50
Liczba punktów ECTS				2

1.8. Sustainable Development in Process Engineering (Zasady zrównoważonego rozwoju w inżynierii procesowej)



Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu	Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Zasady zrównoważonego rozwoju w inżynierii procesowej		
		w j. angielskim	Sustainable Development in Process Engineering		
Kierownik przedmiotu	Prof. dr hab. inż. Paweł Gierycz / mgr inż. Zuzanna Bojarska				
Jednostka prowadząca	WICHiP PW	Kierunek studiów	Inżynieria chemiczna i procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	1	Specjalność	Green Technologies in Chemical Engineering
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy specjalnościowy	Język zajęć	angielski	Tryb prowadzenia zajęć	kontaktowy i stacjonarny
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Tak	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	35	Sumaryczna liczba ECTS	3
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	2	---	3	---
	łącznie w semestrze	20	---	15	---

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

I.1.	Zaliczenie: matematyki, chemii fizycznej, termodynamiki procesowej, kinetyki procesowej i procesów rozdzielania.
------	--

II. Cele przedmiotu

II.1.	Poznanie koncepcji zrównoważonego rozwoju, jako podstawy procesów trwałego rozwoju społeczno-gospodarczego współczesnego świata.
II.2.	Poznanie niekonwencjonalnych źródeł energii (energia: spadku wody, wiatru, słoneczna, geotermalna, pływów morskich, biomasy i biogazu), nowoczesnych technologii pro-środowiskowych (technologie czystszej produkcji, zielona produkcja, zielona chemia) oraz zasad przepływu i gospodarowania materią w przyrodzie (obieg wody, węgla, biogenów i metali w przyrodzie).
II.3.	Poznanie możliwych zagrożeń związanych z implementacją zasad zrównoważonego rozwoju (zanieczyszczenia powietrza (efekt cieplarniany, dziura ozonowa, kwaśne deszcze), wody i gleby, ścieki i odpady – w tym energia odpadowa i odpady promieniotwórcze).
II.4.	Poznanie podstaw zarządzania środowiskowego (najczęściej stosowane standardy (ISO 14001, EMAS), analiza cyklu życiowego – LCA (Life Cycle Assessment)).

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

III.1. Wykład

Lp.	Treść
1.	Wprowadzenie do problematyki zrównoważonego rozwoju: zrównoważony rozwój – koncepcja trwałego rozwoju, historia zmian ekologicznych, przyczyny zagrożeń środowiska, zasady zrównoważonego rozwoju.
2.	Energia, egzergia, użytkowanie energii, skutki środowiskowe: I, II, III i zerowa zasada termodynamiki, egzergia, analiza egzergetyczna.
3.	Globalne zagrożenia: zanieczyszczenia powietrza – efekt cieplarniany, dziura ozonowa, kwaśne deszcze, zanieczyszczenia wody, zanieczyszczenia gleby.
4.	Energia odnawialna: energia spadku wody, energia wiatru, energia słoneczna, energia geotermalna, energia pływów morskich, biomasa, biogaz.
5.	Przepływy materii i gospodarowanie materią: obieg wody w przyrodzie, obieg węgla w przyrodzie, obieg biogenów w przyrodzie, obieg metali w przyrodzie.
6.	Przemysł a środowisko: technologie czystszej produkcji, zielona produkcja, zielona chemia.
7.	Transport a środowisko: udział transportu w całkowitym zużyciu energii, ekologia transportu.
8.	Zarządzanie środowiskowe. Ocena cyklu życia wyrobów: zasada "myśl globalnie – działaj lokalnie", najczęściej stosowane standardy (ISO 14001, EMAS), analiza cyklu życiowego – LCA (Life Cycle Assessment).

III.2. Ćwiczenia projektowe

Lp.	Treść
1.	Wykonanie obliczeń modelowych cyklu obiegu cieplnego generującego wiatr w układzie Słońce – Ziemia: zdefiniowanie etapów (co najmniej 4 odpowiednie przemiany termodynamiczne) i parametrów fizykochemicznych cyklu; wyprowadzenie równań określających generowaną moc tego cyklu; obliczenie mocy maksymalnej (optymalizacja) cyklu oraz średniej szybkości wiatru; porównanie otrzymanych wyników z danymi doświadczalnymi.
2.	Wykonanie obliczeń modelowych ogniwa fotowoltaicznego: zaprojektowanie ogniwa (m.in. dobór odpowiedniego złącza p-n) i określenie warunków jego pracy; wyznaczenie charakterystyki prądowo – napięciowej ogniwa; określenie wydajności konwersji mocy.

3.	Analiza cyklu życiowego wybranego wyrobu: sporządzenie odpowiednich bilansów materiałowych i energetycznych uwzględniających wszystkie czynniki wpływające na środowisko, które są związane z danym wyrobem; określenie, w której fazie cyklu życia wyrób niesie ze sobą potencjalnie największe zagrożenie dla środowiska.
----	--

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu				
Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				
W1	K2_W02	I.P7S_WG.o P7U_W	Ma pogłębioną wiedzę z fizyki niezbędną do interpretacji zjawisk fizycznych w procesach przemysłowych.	EP
W2	K2_W04	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma ugruntowaną wiedzę niezbędną do sporządzania bilansów masy, składnika, pędu i energii z uwzględnieniem zjawisk przenoszenia pędu, masy i energii.	EP
W3	K2_W05	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma podbudowaną teoretycznie i ugruntowaną wiedzę niezbędną do projektowania procesów i aparatów przemysłu przetwórczego.	EP
W4	K2_W09	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma wiedzę o kierunkach rozwoju technologii przemysłowych i najnowszych osiągnięciach inżynierii chemicznej i procesowej.	EP
UMIĘTNOŚCI				
U1	K2_U01	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrąfi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz źródeł, także w języku obcym, w zakresie inżynierii chemicznej i procesowej, potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	EP
U2	K2_U02	P7S_UK P7U_U	Potrąfi komunikować się na tematy związane z inżynierią chemiczną w zróżnicowanych środowiskach społecznych i zawodowych, także w języku obcym, i prowadzić debatę.	EP
U3	K2_U07	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrąfi modelować przebieg operacji fizycznych i procesów chemicznych w aparatach i urządzeniach przemysłowych.	EP
U4	K2_U12	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrąfi uwzględniać aspekty ekonomiczne w projektowaniu procesów przemysłowych.	EP
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K01	I.P7S_KK P7U_K	Jest gotów do krytycznej oceny swojej wiedzy i jej doskonalenia z wykorzystaniem różnych źródeł informacji.	EP
KS2	K2_K02	I.P7S_KR P7U_K	Jest gotów do identyfikacji i prawidłowego rozwiązywania problemów związanych z wykonywaniem zawodu inżyniera przestrzegając zasad etyki i dbając o dorobek zawodowy oraz jego rozwój.	EP
KS3	K2_K05	I.P7S_KO P7U_K	Ma świadomość ważności pozatechnicznych aspektów oraz skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.	EP
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa	
Podstawowa:	
1. Zabłocki G., „Rozwój zrównoważony”. UAM, Toruń 2002.	
2. L. R. Brown, „Gospodarka ekologiczna”, Książka i Wiedza, Warszawa 2003.	
3. Z. Kowalski, J. Kulczycka, M. Góralczyk, „Ekologiczna ocena cyklu życia procesów wytwórczych (LCA)”, PWN, Warszawa 2007.	
4. S. E. Manahan, „Environmental Chemistry”, CRC Press, New York, 2005.	
5. R. P. Schwarzenbach, „Environmental organic chemistry”, John Wiley & Sons, New Jersey, 2003.	
Uzupełniająca:	
1. H. F. Hemond, E.J. Fechner-Levy, „Chemical Fate and Transport in the Environment”, Academic Press, New York, 2000.	
2. K. T Valsaraj, “Elements of Environmental Engineering: Thermodynamics and kinetics”, CRC Press, New York, 2000.	
3. S. Sieniutycz, J. Jeżowski. „Energy Optimization in Process Systems”, Elsevier, Oxford 2009.	

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się		
Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	35
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	10
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	20
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	10
Sumaryczny nakład pracy studenta		75
Liczba punktów ECTS		3

1.9. Electrochemistry for Renewable Energy (Elektrochemia dla Energii Odnawialnej)



Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu		Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Elektrochemia dla Energii Odnawialnej	
			w j. angielskim	Electrochemistry for Renewable Energy	
Kierownik przedmiotu	dr inż. Maciej Marczewski				
Jednostka prowadząca	WCh PW	Kierunek studiów	Inżynieria chemiczna i procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	1	Specjalność	Green Technologies in Chemical Engineering
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy specjalnościowy	Język zajęć	angielski	Tryb prowadzenia zajęć	kontaktowy i stacjonarny
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Nie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	35	Sumaryczna liczba ECTS	3
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	2	---	---	1
	łącznie w semestrze	20	---	---	15

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

I.1.	Brak wymagań wstępnych i dodatkowych.
------	---------------------------------------

II. Cele przedmiotu

II.1.	Po ukończeniu kursu student posiada wiedzę teoretyczną na temat elektrochemicznych urządzeń do magazynowania i konwersji energii w tym wiedzę z dziedziny chemii materiałowej dotyczącą otrzymywania oraz badania materiałów przeznaczonych do wykorzystania w w/w urządzeniach oraz wiedzę o zasadach działania w/w urządzeń.
II.2.	Student będzie umiał zaproponować zastosowanie odpowiednich typów ogniw, układów bateryjnych, superkondensatorów i ogniw paliwowych pod kątem różnych aplikacji z uwzględnieniem parametrów technicznych, ekonomicznych i środowiskowych.

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

III.1. Wykład

Lp.	Treść
1.	Wprowadzenie do tematyki elektrochemicznych urządzeń do magazynów i konwersji energii.
2.	Fizykochemiczne podstawy działania urządzeń do magazynowania i konwersji energii.
3.	Przegląd obecnie stosowanych elektrochemicznych urządzeń do magazynowania i konwersji energii.
4.	Szczegółowe omówienie technologii odwracalnych ogniw litowych, z uwzględnieniem: a) budowy ogólnej, b) aspektów chemii materiałów funkcjonalnych – projektowanie i otrzymywanie elektrod, elektrolitów, najnowsze badania w dziedzinie, c) zaplecza surowcowego i łańcucha dostaw komponentów, d) sposobu wytwarzania i pakietowania na skalę przemysłową, e) kwestii związanych z bezpieczeństwem użytkowania i przyjaznością dla środowiska naturalnego.
5.	Przegląd przyszłych technologii ogniw.
6.	Omówienie technologii superkondensatorów.
7.	Omówienie technologii ogniw paliwowych.

IV.2. Laboratorium

Lp.	Treść
1.	Budowa ogniw galwanicznych i sposób ich działania.
2.	Metody charakteryzacji komponentów ogniw oraz testy ogniw stosowanych w magazynach energii elektrycznej: a) podstawowe pomiary elektrochemiczne I, b) podstawowe pomiary elektrochemiczne II, c) wytwarzanie elektrolitów i materiałów elektrodowych, d) testy bateryjne.

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu

Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				

W1	K2_W02	I.P7S_WG.o P7U_W	Ma ugruntowane podstawy wiedzy o procesach fizykochemicznych związanych z działaniem ogniw galwanicznych, superkondensatorów i paliwowych.	SP/SU; K; SPR
W2	K2_W09	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Posiada wiedzę dotyczącą najważniejszych typów ogniw i ich aplikacjach.	SP/SU; K; SPR
UMIĘTNOŚCI				
U1	K2_U02	P7S_UK P7U_U	Potrafi określić parametry technologiczne i cechy materiałów dla najważniejszych typów ogniw galwanicznych, superkondensatorów i paliwowych oraz urządzeń do ich produkcji.	SP/SU; K; SPR
U2	K2_U05	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi analizować proces elektrochemiczny pod kątem jego wpływu na pracę ogniwa.	SP/SU; K; SPR
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K01	I.P7S_KK P7U_K	Ma umiejętność samodzielnego studiowania wybranych zagadnień	SP/SU; K; SPR
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa
<ol style="list-style-type: none"> 1. "Handbook of batteries" Third ed., D. Linden & T. Reddy, McGraw-Hill 2002. 2. "Electrochemistry, second, completely revised and updated edition " Carl H. Hamann, Andrew Hamnett, Wolf Vielstich, WILEY-VCH 2007.

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się		
Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	35
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	10
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	15
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	15
Sumaryczny nakład pracy studenta		75
Liczba punktów ECTS		3

1.10. Bioreactor Design and Modelling (Projektowanie i Modelowanie Bioreaktorów)



Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu		Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Projektowanie i Modelowanie Bioreaktorów	
			w j. angielskim	Bioreactor Design and Modelling	
Kierownik przedmiotu	dr hab. inż. Paweł Sobieszuk, prof. uczelni				
Jednostka prowadząca	WICHIP PW	Kierunek studiów	Inżynieria chemiczna i procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	1	Specjalność	Green Technologies in Chemical Engineering
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy specjalnościowy	Język zajęć	angielski	Tryb prowadzenia zajęć	kontaktowy i stacjonarny
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Nie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	35	Sumaryczna liczba ECTS	3
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	2	---	1	---
	łącznie w semestrze	20	---	15	---

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

I.1.	Brak wymagań.
------	---------------

II. Cele przedmiotu

II.1.	Zapoznanie z ilościowym opisem procesów zachodzących w bioreaktorach w oparciu o kinetykę wzrostu mikroorganizmów, kinetykę reakcji enzymatycznych i hydrodynamikę reaktora.
II.2.	Zapoznanie ze sposobem bilansowania oraz modelowania bioreaktorów do hodowli mikroorganizmów.
II.3.	Zapoznanie ze sposobem bilansowania oraz modelowania bioreaktorów enzymatycznych homo i heterofazowych.

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

III.1. Wykład

Lp.	Treść
1.	Masowy bilans elementarny. Bilans energetyczny, ograniczenia termodynamiczne wzrostu mikroorganizmów.
2.	Kinetyka wzrostu mikroorganizmów. Niestrukuralne modele wzrostu. Strukturalne modele wzrostu.
3.	Typy hodowli mikroorganizmów. Hodowle wgłębne okresowe i z ciągłym dozowaniem pożywki. Hodowle w podłożu stałym.
4.	Bioreaktory do hodowli mikroorganizmów: klasyfikacja i podstawowe rozwiązania konstrukcyjne.
5.	Przedstawienie ilościowego opisu procesów zachodzących w bioreaktorach idealnych (bioreaktor przepływowy z idealnym mieszaniem, bioreaktor o działaniu półokresowym, bioreaktor z idealnym przepływem tłokowym, bioreaktor z recyrkulacją biomasy, układy bioreaktorów).
6.	Kinetyka reakcji enzymatycznych: enzym natywny i unieruchomiony.
6.	Przemysłowe reaktory enzymatyczne: klasyfikacja i podstawowe rozwiązania konstrukcyjne.
7.	Zasada wyboru bioreaktora i zagadnień powiększania skali.

III.2. Ćwiczenia projektowe

Lp.	Treść
1.	Bilans elementarny wzrostu mikroorganizmów wykorzystywany w bilansowaniu bioreaktorów idealnych.
2.	Dobór i bilansowanie bioreaktorów enzymatycznych z enzymem natywnym i unieruchomionym.

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu

Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				
W1	K2_W04	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma ugruntowaną wiedzę niezbędną do sporządzania bilansu reaktorów enzymatycznych oraz wzrostu mikroorganizmów w bioreaktorach.	SP, WP
W2	K2_W05	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma podbudowaną teoretycznie i ugruntowaną wiedzę niezbędną do projektowania i doboru bioreaktorów.	SP, WP
W3	K2_W03	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma specjalistyczną wiedzę dotyczącą procesów biotechnologicznych realizowanych w różnych skalach.	SP
UMIĘJŃNOŚCI				

U1	K2_U06	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi projektować bioreaktory typowe dla przemysłu przetwórczego.	SP, WP
U2	K2_U07	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi modelować przebieg procesów biochemicznych w aparatach i urządzeniach przemysłowych.	SP, WP
U3	K2_U11	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi krytycznie ocenić istniejące rozwiązania techniczne typowe dla inżynierii bioprosesowej i zaproponować jego modernizację.	SP, WP
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K02	I.P7S_KR P7U_K	Jest gotów do identyfikacji i prawidłowego rozwiązywania problemów związanych z wykonywaniem zawodu inżyniera przestrzegając zasad etyki i dbając o dorobek zawodowy oraz jego rozwój.	SP, WP
KS2	K2_K05	I.P7S_KO P7U_K	Ma świadomość ważności pozatechnicznych aspektów oraz skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.	SP, WP
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa	
<ol style="list-style-type: none"> 1. J. E. Bailey, D. F. Ollis, <i>Biochemical Engineering Fundamentals</i>. McGraw-Hill Book Company, New York 1986. 2. H. J. Rehm, G. Reed, <i>Biotechnology</i>. VCH, Weinheim, New York 1991. 3. W. Aehle, <i>Enzymes in Industry</i>. Third Edition, WILEY-VCH, Weinheim, 2007. 4. W. Soetaert, E. J. Vandamme, <i>Industrial Biotechnology</i>. WILEY-VCH, Weinheim, 2010. 	

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się		
Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	35
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	10
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	15
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	20
Sumaryczny nakład pracy studenta		80
Liczba punktów ECTS		3

1.11. Bioconversion of Waste Raw Materials (Biokonwersja surowców odpadowych)



**Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej**

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu		Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Biokonwersja surowców odpadowych	
			w j. angielskim	Bioconversion of Waste Raw Materials	
Kierownik przedmiotu	dr hab. inż. Maciej Piłarek, prof. uczelni				
Jednostka prowadząca	WICHIP PW	Kierunek studiów	Inżynieria chemiczna i procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	1	Specjalność	Green Technologies in Chemical Engineering
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy specjalnościowy	Język zajęć	angielski	Tryb prowadzenia zajęć	kontaktowy i stacjonarny
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Nie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	30	Sumaryczna liczba ECTS	2
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	2	---	---	---
	łącznie w semestrze	30	---	---	---

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

I.1.	Brak wymagań.
------	---------------

II. Cele przedmiotu

II.1.	Celem wykładu jest zapoznanie studentów ze specyfiką przemysłowego wytwarzania bioproduktów w wyniku biokonwersji surowców odpadowych realizowanych z wykorzystaniem komórek mikroorganizmów (bakterii, drożdży, grzybów strzępkowych, mikroalg) lub na drodze katalizy enzymatycznej. Omawiane w toku wykładów procesy biotechnologicznej utylizacji surowców odpadowych są wydajnymi i ekonomicznie umotywowanymi metodami zagospodarowania odpadów powstających w różnych gałęziach przemysłu przetwórczego. W gospodarkach zrównoważonych procesy biokonwersji wdrażane są jako odnawialne metody przemysłowego otrzymywania szeregu wartościowych produktów istotnych gospodarczo, m.in. biopaliw i innych nośników energii, produktów spożywczych, funkcjonalnych suplementów pasz, związków biologicznie czynnych dla przemysłu farmaceutycznego.
-------	--

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

III.1. Wykład

Lp.	Treść
1.	Wprowadzenie. Ziemia – planeta w równowadze.
2.	Bioproceny narzędziem gospodarki zrównoważonej.
3.	Charakterystyka surowców odpadowych podlegających biokonwersji.
4.	Biomasa mikroorganizmów na cele paszowe.
5.	Bioprodukty jako nośniki energii i zamienniki paliw kopalnych.
6.	Produkcja bioetanolu z surowców odpadowych z przemysłu spożywczego.
7.	Produkcja bioetanolu z surowców lignocelulozowych.
8.	Biotechnologiczna produkcja kwasów organicznych.
9.	Mikrobiologiczna produkcja polisacharydów.
10.	Biotechnologiczne otrzymywanie aminokwasów egzogennych.
11.	Przemysłowe wykorzystanie enzymów.
12.	Aplikacyjność metod biologicznych w oczyszczaniu ścieków.
13.	Różnorodność biokonwersji surowców odpadowych.

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu

Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				
W1	K2_W05	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma podbudowaną teoretycznie i ugruntowaną wiedzę niezbędną do projektowania procesów i aparatów przemysłu przetwórczego.	SP
W2	K2_W09	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma wiedzę o kierunkach rozwoju technologii przemysłowych i najnowszych osiągnięciach inżynierii chemicznej i procesowej.	SP

W3	K2_W11	I.P7S_WK P7U_W	Ma rozszerzoną wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej oraz ich uwzględniania w praktyce zawodowej.	SP
UMIĘTNOŚCI				
U1	K2_U01	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz źródeł, także w języku obcym, w zakresie inżynierii chemicznej i procesowej, potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	SP
U2	K2_U02	P7S_UK P7U_U	Potrafi komunikować się na tematy związane z inżynierią chemiczną w zróżnicowanych środowiskach społecznych i zawodowych, także w języku obcym, i prowadzić debatę.	SP
U3	K2_U06	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi projektować i realizować urządzenia, obiekty, systemy i procesy typowe dla przemysłu przetwórczego.	SP
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K05	I.P7S_KO P7U_K	Ma świadomość ważności pozatechnicznych aspektów oraz skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.	SP
KS2	K2_K04	I.P7S_KO I.P7S_KR P7U_K	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej i rozumie potrzebę formułowania oraz przekazywania społeczeństwu informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i działalności inżynierskiej oraz naukowej w sposób powszechnie zrozumiały.	SP
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa

Literatura podstawowa:

1. Andrzej B. Kołtuniewicz *Sustainable Process Engineering - Prospects and Opportunities*. De Gruyter, Berlin/Boston 2014 (ISBN 978-3-11-030875-5, eISBN 978-3-11-030876-1).

Literatura uzupełniająca:

1. Materiały ułatwiające sporządzenie notatek z wykładów przekazywane przez prowadzącego.
2. Artykuły źródłowe polecane przez prowadzącego.

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się

Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	30
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, sprawdzianów, zaliczenia etc.	2
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	---
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do sprawdzianu, zaliczenia etc.	28
Sumaryczny nakład pracy studenta		60
Liczba punktów ECTS		2

1.12. Process Optimization (Optymalizacja Procesowa)



**Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej**

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu		Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Optymalizacja Procesowa	
			w j. angielskim	Process Optimisation	
Kierownik przedmiotu	dr inż. Artur Poświata				
Jednostka prowadząca	WICHIP PW	Kierunek studiów	Inżynieria chemiczna i procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	2	Specjalność	Green Technologies in Chemical Engineering
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy specjalnościowy	Język zajęć	angielski	Tryb prowadzenia zajęć	kontaktowy i stacjonarny
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Tak	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	45	Sumaryczna liczba ECTS	3
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	2	---	1	---
	łącznie w semestrze	30	---	15	---

I. Wymagania wstępne i dodatkowe	
I.1.	Brak wymagań.

II. Cele przedmiotu	
II.1.	Poznanie podstawowej wiedzy z zakresu optymalizacji procesów inżynierii chemicznej.
II.2	Zrozumienie konieczności stosowania optymalizacji przy projektowaniu nowych i modernizacji już istniejących procesów technologicznych.
II.3	Poznanie i nabycie umiejętności posługiwania się w obliczeniach projektowych algorytmami optymalizacyjnymi dla problemów z ograniczeniami równościowymi i nierównościowymi.
II.4	Nabycie umiejętności posługiwania się metodami optymalizacji statycznej i dynamicznej dla procesów wielostopniowych i ciągłych.

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)	
III.1. Wykład	
Lp.	Treść
1.	Podstawowe pojęcia optymalizacji.
2.	Metoda optymalizacyjna: zaawansowany rachunek różniczkowym.
3.	Optymalizacyjna procesów z ograniczeniami równościowymi: metoda mnożników Lagrange'a.
4.	Optymalizacja procesów z ograniczeniami nierównościowymi: warunki Kuhna-Tuckera.
5.	Optymalizacja procesów stopniowanych.
6.	Optymalizacja dynamiczna procesów ciągłych.
7.	Bezpośrednie metody poszukiwania ekstremów funkcji.
8.	Komputerowe wspomaganie obliczeń optymalizacyjnych, MATLAB.
III.2. Ćwiczenia projektowe	
Lp.	Treść
1.	Rachunek różniczkowy: maksymalizacja stopnia przemiany – reaktor idealnie wymieszany i reakcja typu: $A \rightarrow B \rightarrow C$; alternatywnie: maksymalizacja zysków dla reaktora z katalizatorem i reakcji $A+B \rightarrow C$.
2.	Optymalizacja procesów stopniowanych: minimalizacja zużycia energii dla kaskady fluidalnych wymienników ciepła.
3.	Optymalizacja dynamiczna (ciągła zasada maksimum): minimalizacja czasu przebywania w reaktorze rurowym dla przypadku reakcji $A+B \rightarrow C$ wobec ograniczeń na temperaturę.

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu				
Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				
W1	K2_W01	I.P7S_WG.o P7U_W	Ma pogłębioną wiedzę z matematyki niezbędną do stosowania zaawansowanych metod matematycznych w inżynierii chemicznej.	EP, WP, D
W2	K2_W06	I.P7S_WG.o P7U_W	Ma wiedzę dotyczącą metod optymalizacji procesowej i zna zasady stosowania tych metod.	EP, WP, D
W3	K2_W08	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma wiedzę dotyczącą ekonomicznych aspektów projektowania procesów przemysłowych.	EP, WP, D

UMIĘTNOŚCI				
U1	K2_U11	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi krytycznie ocenić istniejące rozwiązania techniczne typowe dla inżynierii chemicznej i zaproponować jego modernizację.	EP, WP, D
U2	K2_U12	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi uwzględniać aspekty ekonomiczne w projektowaniu procesów przemysłowych.	EP, WP, D
U3	K2_U14	I.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi stosować zasady optymalizacji przy projektowaniu procesów i operacji przemysłowych.	EP, WP, D
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K01	I.P7S_KK P7U_K	Jest gotów do krytycznej oceny swojej wiedzy i jej doskonalenia z wykorzystaniem różnych źródeł informacji.	EP, WP, D
KS2	K2_K02	I.P7S_KR P7U_K	Jest gotów do identyfikacji i prawidłowego rozwiązywania problemów związanych z wykonywaniem zawodu inżyniera przestrzegając zasad etyki i dbając o dorobek zawodowy oraz jego rozwój.	EP, WP, D
KS3	K2_K04	I.P7S_KO I.P7S_KR P7U_K	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej i rozumie potrzebę formułowania oraz przekazywania społeczeństwu informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i działalności inżynierskiej oraz naukowej w sposób powszechnie zrozumiały.	EP, WP, D
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa

1. Sieniutycz S. and Jeżowski J., Energy Optimization in Process Systems, Elsevier, Oxford 2009.
2. Rohani Sohrab ed., Coulson and Richardson's Chemical Engineering, Vol. 3B: Process Control, Butterworth-Heinemann, Oxford 2017.
3. Leonard D. van Long N., Optimal control theory and static optimization in economics, Cambridge Univ. Press, Cambridge 1992.
4. Berry R.S. et al. Thermodynamic Optimization of Finite-Time Processes, J. Wiley & Sons, New York 2000.

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się

Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	45
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	15
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	15
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	15
Sumaryczny nakład pracy studenta		90
Liczba punktów ECTS		3

1.13. Industrial Process Modelling and Simulation (Modelowanie procesów przemysłowych)



Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu		Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Modelowanie procesów przemysłowych	
			w j. angielskim	Industrial Process Modelling and Simulation	
Kierownik przedmiotu	dr hab. inż. Łukasz Makowski, prof. uczelni				
Jednostka prowadząca	WICHiP PW	Kierunek studiów	Inżynieria chemiczna i procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	2	Specjalność	Green Technologies in Chemical Engineering
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy specjalnościowy	Język zajęć	angielski	Tryb prowadzenia zajęć	kontaktowy i stacjonarny
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Nie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	75	Sumaryczna liczba ECTS	5
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	2	---	3	---
	łącznie w semestrze	30	---	45	---

I. Wymagania wstępne i dodatkowe	
I.1.	Brak wymagań.

II. Cele przedmiotu	
II.1.	Zdobycie umiejętności posługiwania się zaawansowanym narzędziem do komputerowego wspomaganie projektowania instalacji w przemysłach chemicznym i pokrewnych.
II.2.	Uzyskanie końcowego efektu pracy projektowej w postaci pełnego schematu technologicznego.
II.3.	Nabywanie wiedzy na temat obliczeniowych analiz przepływów.
II.4.	Nabywanie umiejętności związanych z wykorzystaniem kodu numerycznego do symulacji prostych procesów inżynierii chemicznej i procesowej.
II.5.	Uzyskanie przez studenta podstawowej wiedzy z zakresu numerycznej symulacji transportu pędu, energii i masy oraz praktycznego rozwiązania w/w zagadnień z wykorzystaniem solvera CFD.

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)	
III.1. Wykład	
Lp.	Treść
1.	Koncepcja i cel wykorzystania programu komputerowego Chemcad firmy Chemstation Inc. do wspomaganie projektowania inżynierskiego.
2.	Podstawowe tryby pracy programu i aparaty zawarte w bibliotece programu Chemcad.
3.	Baza danych substancji chemicznych w programie Chemcad i metody wyznaczania współczynników równowagi oraz entalpii.
4.	Definiowanie strumieni wlotowych i parametrów procesowych aparatów (tryb projektowania i wymiarowania programu Chemcad).
5.	Sposób wykonywania symulacji pracy instalacji przemysłowej.
6.	Tworzenie pełnego schematu technologicznego oraz raportu dotyczącego instalacji w programie Chemcad.
7.	Zastosowanie typowych aparatów do projektowania instalacji przemysłu chemicznego: wieże destylacyjne (o działaniu okresowym i ciągłym), separatory ciała stałego, wymienniki ciepła, reaktory itp.
8.	Metody projektowania instalacji przemysłowych, symulowanie przebiegu procesów (łącznie z recyrkulacją), obliczanie wymiarów aparatów.
9.	Wprowadzenie – zalety stosowania analiz CFD, CFD jako narzędzie projektowe, obszary zastosowań CFD w inżynierii chemicznej i procesowej.
10.	Numeryczne metody rozwiązywania równań bilansu transportu, Solverzy bazujące na metodzie objętości skończonej.
11.	Podstawowe etapy procesu analizy numerycznej – konstruowanie siatek numerycznych, warunki brzegowe, rozwiązania numeryczne, błędy dyskretyzacji, błędy użytkownika, interpretacja wyników obliczeń.
12.	Modele szczegółowe CFD: przepływy burzliwe, płyny nienewtonowskie, media porowate, przepływy płynów dwufazowych, przepływ płynów z jednoczesną reakcją chemiczną, promieniowanie.
III.2. Ćwiczenia projektowe	
Lp.	Treść
1.	Wykonanie indywidualnego projektu złożonej instalacji przemysłowej w oprogramowanie Chemcad.
2.	Indywidualny projekt obliczeniowy dotyczący wykorzystania obliczeniowej mechaniki płynów w procesach inżynierii chemicznej i procesowej, takich jak: filtracja, krystalizacja, mieszanie, mikro- i nano-procesy, pompy, precypitacja, reaktory chemiczne i biochemiczne, suszenie, układy ciecz-ciecz i ciecz-ciało stałe, układy gaz-ciało stałe, układy gaz-ciecz, wymienniki ciepła.

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu				
Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				
W1	K2_W03 K2_W04 K2_W05	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma wiedzę niezbędną do projektowania i analizy pracy instalacji typowej dla przemysłu chemicznego.	SP, K
W2	K2_W01 K2_W02 K2_W04	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Student rozszerza swoją wiedzę o praktyczne zastosowania metod rozwiązywania równań różniczkowych. Umie prawidłowo zdefiniować warunki brzegowe i początkowe tych równań.	SP, K
UMIĘTNOŚCI				
U1	K2_U04	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrąfi dobrać aparaty do realizacji założonego procesu, stworzyć schemat technologiczny instalacji i dobrać prawidłowe parametry pracy poszczególnych aparatów oraz przeprowadzić analizę ich wpływu na pracę instalacji za pomocą programu komputerowego. Potrąfi symulować przebieg wybranych procesów inżynierii chemicznej i procesowej (w tym zjawisk przenoszenia pędu, masy i energii) z wykorzystaniem obliczeniowej mechaniki płynów.	SP, K
U2	K2_U07	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Student potrąfi formułować zasady budowy modeli numerycznych na potrzeby wspomaganie prac inżynierskich w aplikacjach inżynierii chemicznej i procesowej. Potrąfi wykorzystać obliczeniową mechanikę płynów do modelowania pracy reaktorów chemicznych i biochemicznych. Zapoznał się z prawidłową walidacją i weryfikacją rezultatów obliczeń numerycznych.	SP, K
U3	K2_U08	I.P7S_UO P7U_U	Ma przygotowanie niezbędne do pracy w środowisku przemysłowym i kierowania zespołami, potrąfi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne funkcje.	R/SPR, D/SEM
U4	K2_U12 K2_U13	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrąfi przeprowadzić analizę ekonomiczną projektowanej instalacji.	PDM
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K02 K2_K03	I.P7S_KR I.P7S_KO P7U_K	Potrąfi myśleć analitycznie i działać samodzielnie.	SP, D/SEM
KS2	K2_K04	I.P7S_KO I.P7S_KR P7U_K	Student posiada umiejętność pracy w grupie, wymiany poglądów oraz rozdzielania zadań dotyczących wspólnego projektu. Posiada również świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz za zbiorowo realizowane zadania.	R/SPR, D/SEM
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa	
1.	Strona internetowa producenta oprogramowania: http://www.chemstations.com/ .
2.	Strona internetowa dystrybutora oprogramowania na Europę: http://www.norpar.com/ .
3.	Podstawy obliczeń projektowych w technologii chemicznej, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005.
4.	J. Ciborowski, Inżynieria chemiczna, Inżynieria procesowa, Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa, 1973.
5.	J. R. Couper, W. R. Penney, J. R. Fair, S. M. Walas, Chemical Process Equipment, Elsevier, 2012.
6.	J. H. Ferziger, M. Perić, Computational methods for fluid dynamics, 1996.
7.	J. D. Anderson, Computational fluid dynamics, 1995.

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się		
Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	75
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	15
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	35
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	15
Sumaryczny nakład pracy studenta		140
Liczba punktów ECTS		5

1.14. Fundamentals of Process Intensification (Podstawy intensyfikacji procesów)



Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu		Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Podstawy intensyfikacji procesów	
			w j. angielskim	Fundamentals of Process Intensification	
Kierownik przedmiotu	Prof. dr inż. Andrzej Stankiewicz				
Jednostka prowadząca	WICHIP PW	Kierunek studiów	Inżynieria chemiczna i procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	2	Specjalność	Green Technologies in Chemical Engineering
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy specjalnościowy	Język zajęć	angielski	Tryb prowadzenia zajęć	kontaktowy i stacjonarny, z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Tak	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	60	Sumaryczna liczba ECTS	4
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	2	---	2	---
	łącznie w semestrze	30	---	30	---

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

I.1.	Brak wymagań
------	--------------

II. Cele przedmiotu

II.1.	Zdobycie podstawowej wiedzy z zakresu aparatury i metod intensyfikacji procesów.
II.2.	Nabywanie umiejętności stosowania w/w wiedzy do projektowania inherentnie bezpiecznych i przyjaznych środowiskowo procesów chemicznych.

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

III.1. Wykład

Lp.	Treść
1.	Wyzwania przemysłu chemicznego 21-go wieku – wprowadzenie do intensyfikacji procesów.
2.	Struktura - intensyfikacja procesów w domenie przestrzennej.
3.	Energia - intensyfikacja procesów w domenie termodynamicznej.
4.	Synergia – intensyfikacja procesów w domenie funkcjonalnej.
5.	Czas – intensyfikacja procesów w domenie temporalnej.
6.	Intensyfikacja a inherentne bezpieczeństwo procesów chemicznych.
7.	Jak zaprojektować inherentnie bezpieczny i przyjazny środowiskowo proces chemiczny?

III.2. Ćwiczenia projektowe

Lp.	Treść
1.	Zaprojektowanie inherentnie bezpiecznego i przyjaznego środowiskowo procesu chemicznego przy wykorzystaniu aparatury i metod intensyfikacji procesów.

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu

Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				
W1	K2_W03	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma specjalistyczną wiedzę dotyczącą procesów i operacji inżynierii chemicznej realizowanych w różnych skalach.	EP
W3	K2_W05	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma podbudowaną teoretycznie i ugruntowaną wiedzę niezbędną do projektowania procesów i aparatów przemysłu przetwórczego.	EP, WP
W4	K2_W09	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma wiedzę o kierunkach rozwoju technologii przemysłowych i najnowszych osiągnięciach inżynierii chemicznej i procesowej.	D, SEM
UMIĘTNOŚCI				

U1	K2_U01	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz źródeł, także w języku obcym, w zakresie inżynierii chemicznej i procesowej, potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	EP, WP, D
U2	K2_U06	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi projektować i realizować urządzenia, obiekty, systemy i procesy typowe dla przemysłu przetwórczego.	EP, WP, D
U3	K2_U11	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi krytycznie ocenić istniejące rozwiązania techniczne typowe dla inżynierii chemicznej i zaproponować jego modernizację.	EP, WP, D, SEM
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K01	I.P7S_KK P7U_K	Jest gotów do krytycznej oceny swojej wiedzy i jej doskonalenia z wykorzystaniem różnych źródeł informacji.	EP, WP, D
KS2	K2_K02	I.P7S_KR P7U_K	Jest gotów do identyfikacji i prawidłowego rozwiązywania problemów związanych z wykonywaniem zawodu inżyniera przestrzegając zasad etyki i dbając o dorobek zawodowy oraz jego rozwój.	EP, WP, D
KS3	K2_K03	I.P7S_KO P7U_K	Jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy.	WP, D
KS4	K2_K0	I.P7S_KO P7U_K	Ma świadomość ważności pozatechnicznych aspektów oraz skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.	WP, D
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa

- A. Stankiewicz, G. Stefanidis, T. van Gerven, „Fundamentals of Process Intensification”, J. Wiley-VCH, 2019

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się

Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	60
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	15
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	30
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	15
Sumaryczny nakład pracy studenta		120
Liczba punktów ECTS		4

1.15. Process Economy (Ekonomia procesów przemysłowych)



**Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej**

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu		Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Ekonomia procesów przemysłowych	
			w j. angielskim	Process Economy	
Kierownik przedmiotu	dr inż. Roman Krzywda				
Jednostka prowadząca	WICHIP PW	Kierunek studiów	Inżynieria chemiczna i procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	2	Specjalność	Green Technologies in Chemical Engineering
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy specjalnościowy	Język zajęć	angielski	Tryb prowadzenia zajęć	kontaktowy i stacjonarny
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Tak	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	60	Sumaryczna liczba ECTS	5
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	2		2	
	łącznie w semestrze	30	---	30	---

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

I.1.	Wymagana jest znajomość podstaw inżynierii chemicznej, ze szczególnym uwzględnieniem procesów separacji.
I.2.	Wymagana jest znajomość podstaw działania oprogramowania CHEMCAD, służącego do symulacji procesów przemysłowych.

II. Cele przedmiotu

II.1.	Zapoznanie studentów ze sposobami wykonywania analizy kosztów w przemyśle chemicznym metodami należącymi do grup ocena rzędu wielkości i oszacowania studialne.
-------	---

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

III.1. Wykład

Lp.	Treść
1.	Ocena efektów ekonomicznych działalności inżynierskiej. Klasy dokładności wyznaczania kosztów. Źródła uzyskiwania danych ekonomicznych, ich aktualizacja, systemy indeksów inflacyjnych. Wykorzystywanie technoeconomicznych danych literaturowych. Podstawowe równanie inżynierii kosztów. Oszacowanie całkowitego kosztu inwestycyjnego oraz całkowitego kosztu wytwarzania metodami z grupy ocena rzędu wielkości.
2.	Wyznaczanie podstawowych parametrów konstrukcyjnych aparatów zbiornikowych i kolumn separacyjnych z wykorzystaniem symulatorów procesowych (CHEMCAD). Zasady doboru aparatów pomocniczych (wymyenniki ciepła, pompy, kompresory etc.) na podstawie ich standardowych parametrów pracy w praktyce przemysłowej. Wpływ implementacji zasad „zielonej chemii” na projektowanie procesu i koszt urządzeń.
3.	Wyznaczanie całkowitego kosztu inwestycyjnego oraz całkowitego kosztu wytwarzania metodami z grupy oszacowania studialne. Wyznaczanie m.in. kosztów aparatury podstawowej, szacowanie kosztu infrastruktury, orurowania, układów regulacji automatycznej dla różnych klas instalacji przemysłowych, kosztów surowców, energii, magazynowania, zapotrzebowania na pracę ludzką, wydatków socjalnych, p.poż., administracyjnych, handlowych. Uwzględnienie ponoszonych nakładów i osiąganych zysków wynikających ze zmniejszenia zanieczyszczenia środowiska w wyniku stosowania zasad „zielonej chemii”.
4.	Równania kosztowe dla typowych aparatów i instalacji przemysłu chemicznego. Parametry charakterystyczne dla poszczególnych grup aparatów, wykładniki zmiany skali.
5.	Analiza zysku dla instalacji chemicznej – punkty charakterystyczne wykresu równowagi ekonomicznej. Opłacalność i zysk godziwy. Oszacowanie redukcji ryzyka zanieczyszczenia środowiska przy stosowaniu reguł „zielonej chemii”.

III.3. Ćwiczenia projektowe

Lp.	Treść
1.	Wyznaczenie minimalnego kosztu inwestycyjnego (Fixed Capital Investment) wężła rektyfikacji dla problemu separacji metodą rektyfikacji mieszaniny trójskładnikowej o zadanym składzie, przy stosowaniu zasad „zielonej chemii” – wydajność procesu, efektywne wykorzystanie energii.
2.	Obliczenie kosztu inwestycyjnego oraz wyznaczenie całkowitego kosztu wytwarzania (Total Manufacturing Cost) produkcji dodecylobenzenu, określenie punktu równowagi technoeconomicznej (break-even point) i analiza opłacalności produkcji, przy uwzględnieniu zasad „zielonej chemii”. Oszacowanie wpływu stosowanej technologii na zmniejszenie ryzyka zanieczyszczenia środowiska.

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu

Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*

WIEDZA				
W1	K2_W10 K2_W11 K2_W12	I.P7S_WK III.P7S_WK P7U_W	Uzyskuje wiedzę z zakresu wyznaczania kosztów i oceny ekonomicznych efektów działalności przemysłowej w przemyśle chemicznym i pokrewnych.	WP, SU, EU
UMIĘJĘTNOŚCI				
U1	K2_U04 K2_U06 K2_U07	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Ma przygotowanie niezbędne do pracy w środowisku przemysłowym oraz potrafi posługiwać się zaawansowanym narzędziem do komputerowego wspomaganego projektowania instalacji w przemyśle chemicznym i pokrewnych (potrafi oszacować koszt budowy instalacji przemysłu chemicznego oraz oszacować w fazie przedprojektowej efekt ekonomiczny podjęcia produkcji, przy uwzględnieniu zasad „zielonej chemii”).	WP, SU, EU
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K01 K2_K03	I.P7S_KK I.P7S_KO P7U_K	Jest gotów do krytycznej oceny swoich opracowań, posiada umiejętność działania przy uwzględnieniu aspektów ekonomicznych.	WP, SU, EU
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa
1. M. S. Peters, K.D. Timmerhaus, Plant Design and Economics for Chemical Engineers, McGraw-Hill, 1991. 2. D. E. Garrett, Chemical Engineering Economics, Van Nostrand Reinhold, 1989.

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się		
Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	60
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	15
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	40
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	20
Sumaryczny nakład pracy studenta		135
Liczba punktów ECTS		5

1.16. Advanced Waste Management (Zaawansowana gospodarka odpadami)



**Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej**

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu		Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Zaawansowana gospodarka odpadami	
			w j. angielskim	Advanced Waste Management	
Kierownik przedmiotu	dr hab. inż. Andrzej Plichta, prof. uczelni				
Jednostka prowadząca	WCh PW	Kierunek studiów	Inżynieria chemiczna i procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	2	Specjalność	Green Technologies in Chemical Engineering
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy specjalnościowy	Język zajęć	angielski	Tryb prowadzenia zajęć	kontaktowy i stacjonarny
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Nie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	30	Sumaryczna liczba ECTS	2
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	2	---	2	---
	łącznie w semestrze	20	---	10	---

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

I.1.	Podstawowa wiedza z zakresu materiałów polimerowych (w tym papieru), szkła i metali.
I.2.	Znajomość podstawowych rodzajów tworzyw sztucznych w zakresie struktury, właściwości i aplikacji.
I.3.	Znajomość elementarnych reakcji z chemii organicznej, w tym polimerów (procesy rodnikowe).

II. Cele przedmiotu

II.1.	Zapoznanie studentów z problemem zagospodarowania odpadów w kontekście ilości odpadów wytwarzanych rocznie, z podziałem na rodzaj materiału.
II.2.	Zapoznanie studentów z bilansami odpadów z różnych materiałów z perspektywy ekologii i GOZ, w tym zrozumienie wagi problemu i konieczności podejmowania działań mających na celu jego minimalizowanie.
II.3.	Zapoznanie studentów z różnymi możliwościami zagospodarowania odpadów z tworzyw sztucznych wraz z przedstawieniem istniejących technologii i rozwiązań.
II.4.	Zapoznanie studentów z różnymi możliwościami zagospodarowania odpadów z innych materiałów.

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

III.1. Wykład

Lp.	Treść
1.	Wprowadzenie: pochodzenie odpadów, zawartość strumieni odpadów, główne materiały stanowiące odpady, wstępne bilanse odpadów vs. roczna produkcja materiałów, segregacja odpadów komunalnych, technologiczna segregacja odpadów, podstawowe rodzaje recyklingu materiałów, kwestie ekonomiczne w zagospodarowaniu odpadów.
2.	Materiały polimerowe jako jedno z głównych źródeł odpadów – rodzaje tworzyw sztucznych (w tym kategoryzacja), roczna produkcja, rozważania na temat wpływu struktury chemicznej polimeru na właściwości i stabilność polimeru w różnych warunkach.
3.	Podstawowe metody przetwórstwa termoplastycznych tworzyw sztucznych.
4.	Recykling materiałowy (mechaniczny) tworzyw sztucznych – podstawy techniczne, zalety i wady – korzyści i istotne problemy
5.	Recykling chemiczny tworzyw sztucznych, w tym recykling surowcowy i piroliza – ograniczenia, wady i zalety, przykłady (w tym podstawy chemiczne procesów).
6.	Recykling energetyczny tworzyw sztucznych – spalarnie odpadów, ograniczenia, wady i zalety, przykłady.
7.	Biotworzywa sztuczne, w tym tworzywa ze źródeł odnawialnych i zdolne o biodegradacji, recykling biologiczny (organiczny, kompostowanie, biogazownie) – ograniczenia, zalety i wady, przykłady.
8.	Recykling materiałów papierniczych.
9.	Recykling materiałów szklanych.
10.	Recykling materiałów metalowych.

III.2. Ćwiczenia projektowe

Lp.	Treść
1.	Recykling materiałowy tworzyw sztucznych w praktyce – wyzwania technologiczne i regulacje prawne (przedstawiciel Stowarzyszenia Polski Recykling).
2.	Recykling materiałów opakowaniowych, w tym wielomateriałowych w praktyce – rozwiązania technologiczne i regulacje prawne (przedstawiciel Polskiej Izby Odzysku i Recyklingu Opakowań).
3.	Segregacja i selektywna zbiórka odpadów w praktyce – zasady i możliwości przetwarzania (przedstawiciel Punktu Selektywnego Zbierania Odpadów Komunalnych).
4.	Zarządzanie Gospodarką odpadów komunalnych (przedstawiciel Departamentu Gospodarki Odpadami w Ministerstwie Klimatu i Środowiska).
5.	Primum non nocere – Jak firmy chemiczne wdrażają i realizują zasady zrównoważonego rozwoju? (przedstawiciel BASF Polska)

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu				
Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				
W1	K2_W05	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma podbudowaną teoretycznie i ugruntowaną wiedzę niezbędną do projektowania procesów i aparatów przemysłu przetwórczego.	SP
W2	K2_W08	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma wiedzę dotyczącą ekonomicznych aspektów projektowania procesów przemysłowych.	SP, T, D
W3	K2_W09	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma wiedzę o kierunkach rozwoju technologii przemysłowych i najnowszych osiągnięciach inżynierii chemicznej i procesowej.	SP, T
W4	K2_W10	I.P7S_WK P7U_W	Ma wiedzę dotyczącą metod zarządzania projektami i prowadzenia działalności gospodarczej.	T, D
W5	K2_W11	I.P7S_WK P7U_W	Ma rozszerzoną wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej oraz ich uwzględniania w praktyce zawodowej.	SP, T, D
UMIĘTNOŚCI				
U1	K2_U02	P7S_UK P7U_U	Potrąfi komunikować się na tematy związane z inżynierią chemiczną w zróżnicowanych środowiskach społecznych i zawodowych, także w języku obcym, i prowadzić debatę.	T, D
U2	K2_U03	P7S_UU P7U_U	Potrąfi określać kierunki dalszego uczenia się, realizować proces samokształcenia i motywować innych do kształcenia się.	D
U3	K2_U06	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrąfi projektować i realizować urządzenia, obiekty, systemy i procesy typowe dla przemysłu przetwórczego.	SP, T, D
U4	K2_U11	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrąfi krytycznie ocenić istniejące rozwiązania techniczne typowe dla inżynierii chemicznej i zaproponować jego modernizację.	SP, T, D
U5	K2_U12	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrąfi uwzględniać aspekty ekonomiczne w projektowaniu procesów przemysłowych.	SP, T, D
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K03	I.P7S_KO P7U_K	Jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy.	SP, T, D
KS2	K2_K04	I.P7S_KO I.P7S_KR P7U_K	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej i rozumie potrzebę formułowania oraz przekazywania społeczeństwu informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i działalności inżynierskiej oraz naukowej w sposób powszechnie zrozumiały.	T, D
KS3	K2_K05	I.P7S_KO P7U_K	Ma świadomość ważności pozatechnicznych aspektów oraz skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.	SP, T, D
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa
<ol style="list-style-type: none"> „Recykling materiałów polimerowych” praca zbiorowa pod redakcją A. K. Błędzkiego, WNT, Warszawa 1997. „Recykling tworzyw sztucznych w Europie” praca zbiorowa pod redakcją M. Kozłowskiego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2006. „Odzysk i recykling materiałów polimerowych”, praca zbiorowa pod redakcją J. Kijerskiego, A.K. Błędzkiego, R. Jeziorskiej, PWN, Warszawa 2011. „Recycling of Polymers” praca zbiorowa pod redakcją R. Francisa, Wiley-VCH, Weinheim 2017. „POLYMER BLENDS HANDBOOK, Vol. 1” praca zbiorowa pod redakcją L. A. Utrackiego, rozdział 16: „Role of Polymer Blends’ Technology in Polymer Recycling”, L. A. Utracki, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 2002. „Tworzywa sztuczne. Tom 1” W. Szlezyngier, Z. K. Brzozowski, Wydawnictwo Oświatowe FOSZE, Rzeszów 2015. https://plasticseurope.org oraz https://plasticseurope.org/pl/ https://www.polskirecykling.org http://www.pioiro.pl https://naszesmieci.mos.gov.pl/kontakt http://www.atlas.d-waste.com https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials https://ec.europa.eu/eurostat/web/waste/data/database https://stats.oecd.org https://www.basf.com/pl/pl/who-we-are/zrownowazony-rozwoi.html

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się		
Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	30

Załącznik nr 2 do uchwały nr 284/L/2022 Senatu PW
z dnia 30 listopada 2022 r.

2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	5
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	5
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	15
Sumaryczny nakład pracy studenta		55
Liczba punktów ECTS		2

1.17. Engineering Methods in Physiology (Metody inżynierskie w zagadnieniach fizjologii)



Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu		Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Metody inżynierskie w zagadnieniach fizjologii	
			w j. angielskim	Engineering Methods in Physiology	
Kierownik przedmiotu	prof. dr hab. inż. Tomasz Sosnowski				
Jednostka prowadząca	WICHiP PW	Kierunek studiów	Inżynieria chemiczna i procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	2	Specjalność	Green Technologies in Chemical Engineering
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy specjalnościowy	Język zajęć	angielski	Tryb prowadzenia zajęć	kontaktowy i stacjonarny
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Nie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	20	Sumaryczna liczba ECTS	2
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	2	---	---	---
	łącznie w semestrze	20	---	---	---

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

I.1.	Znajomość materiału z zakresu chemii fizycznej.
I.2.	Znajomość materiału z zakresu mechaniki płynów, kinetyki procesowej i procesów podstawowych inżynierii chemicznej.

II. Cele przedmiotu

II.1.	Przedmiot obejmuje zastosowania metod ilościowych do analizy procesów fizjologicznych.
II.2.	Przedstawienie zagadnień przenoszenia pędu, energii i masy w organizmie ludzkim, wraz z przykładowymi obliczeniami.
II.3.	Przedstawienie wybranych zastosowań metod inżynierii chemicznej w projektowaniu układów podawania leków i sztucznych narządach.

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

III.1. Wykład

Lp.	Treść
1.	Ogólne zasady podejścia do ilościowej analizy funkcjonowania organizmu ludzkiego: organizm jako złożony układ procesowy; podejście ilościowe w oparciu o zasady bilansowania; zestaw parametrów standardowych ("standard man"); dekompozycja organizmu na podukłady bilansowe: schematy blokowe, modele kompartmentowe, modele regionalne (np. krew/tkanka). Elementy farmakodynamiki.
2.	Zagadnienia ruchu ciepła w organizmie i wymiana ciepła z otoczeniem. Bilans energetyczny organizmu.
3.	Hydrodynamika układu krwionośnego: charakterystyka fizykochemiczna i reologiczna krwi; zagadnienia przepływu w naczyniach krwionośnych, zagadnienia krążenia pozaustrojowego.
4.	Struktura geometryczna układu oddechowego, mechanika płuc i wentylacji, parametry oddechowe i wymiana gazowa w płucach – podejście procesowe.
5.	Przykłady rozwiązań równania przepływu gazu w drzewie oskrzelowym, mechanizmy depozycji i usuwania cząstek aerozolowych z płuc.
6.	Dynamika surfaktantu płucnego i efekty kapilarne w układzie oddechowym. Wpływ surfaktantu na mechanikę oddychania i klirans. Metody pomiaru dynamicznych właściwości surfaktantu płucnego w warunkach in vitro. Zaburzenia funkcji surfaktantu przez czynniki wziewne.
7.	Aerozole medyczne i inżynierskie problemy aerzoloterapii: zasady działania inhalatorów i ich rodzaje, atomizacja cieczy, rozpraszane proszków, standardowe metody pomiaru wielkości cząstek aerozolowych (wg Farmakopei, FDA, EMA). Demonstracja inhalatorów i układów do badań aerozoli medycznych.
8.	Procesy permeacyjne w organizmie i ich realizacja w sztucznych narządach (sztuczna nerka, sztuczna wątroba). Materiały biologiczne do zastosowań w implantach i sztucznych narządach.

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu

Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				
W1	K2_W02	I.P7S_WG.o P7U_W	Ma pogłębioną wiedzę z fizyki niezbędną do interpretacji zjawisk fizycznych w procesach przemysłowych.	SP

W2	K2_W04	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma ugruntowaną wiedzę niezbędną do sporządzania bilansów masy, składnika, pędu i energii z uwzględnieniem zjawisk przenoszenia pędu, masy i energii.	SP
W3	K2_W09	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma wiedzę o kierunkach rozwoju technologii przemysłowych i najnowszych osiągnięciach inżynierii chemicznej i procesowej.	SP
UMIĘTNOŚCI				
U1	K2_U01	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrąfi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz źródeł, także w języku obcym, w zakresie inżynierii chemicznej i procesowej, potrąfi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	SP
U2	K2_U02	P7S_UK P7U_U	Potrąfi komunikować się na tematy związane z inżynierią chemiczną w zróżnicowanych środowiskach społecznych i zawodowych, także w języku obcym, i prowadzić debatę.	SP
U3	K2_U05	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrąfi planować i prowadzić prace badawcze, korzystać z przyrządów pomiarowych oraz interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.	SP
U4	K2_U17	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrąfi ocenić przydatność metod i narzędzi służących do rozwiązania zadania inżynierskiego, charakterystycznego dla inżynierii chemicznej oraz identyfikować ograniczenia tych metod i narzędzi.	SP
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K01	I.P7S_KK P7U_K	Jest gotów do krytycznej oceny swojej wiedzy i jej doskonalenia z wykorzystaniem różnych źródeł informacji.	SP
KS2	K2_K04	I.P7S_KO I.P7S_KR P7U_K	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej i rozumie potrzebę formułowania oraz przekazywania społeczeństwu informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i działalności inżynierskiej oraz naukowej w sposób powszechnie zrozumiały.	SP
KS3	K2_K05	I.P7S_KO P7U_K	Ma świadomość ważności pozatechnicznych aspektów oraz skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.	SP
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa

1. D. O. Cooney, Biomedical engineering principles: an introduction to fluid, heat and mass transport processes, Marcel Dekker Inc., NY-Basel, 1976.
2. W. M. Saltzman, Drug delivery. Engineering principles for drug therapy, Oxford University Press, 2001.
3. D. Rubenstein, W. Yin, M. D. Frame, Biofluid Mechanics: An Introduction to Fluid Mechanics, Microcirculation, and Microcirculation, Academic Press, 2015.
4. Źródła internetowe z zakresu inżynierii biomedycznej, systemów podawania leków itp.

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się

Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	20
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	10
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	10
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	10
Sumaryczny nakład pracy studenta		50
Liczba punktów ECTS		2

1.18. Advanced Materials in Chemical Engineering (Zaawansowane materiały w inżynierii chemicznej)



Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu		Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Zaawansowane materiały w inżynierii chemicznej	
			w j. angielskim	Advanced Materials in Chemical Engineering	
Kierownik przedmiotu	dr inż. Marta Mazurkiewicz - Pawlicka				
Jednostka prowadząca	WICiP PW	Kierunek studiów	Inżynieria chemiczna i procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	2	Specjalność	Green Technologies in Chemical Engineering
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy specjalnościowy	Język zajęć	angielski	Tryb prowadzenia zajęć	kontaktowy i stacjonarny
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Nie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	30	Sumaryczna liczba ECTS	2
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	2	---	---	1
	łącznie w semestrze	20	---	---	10

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

I.1.	Podstawowa wiedza z zakresu inżynierii chemicznej, inżynierii materiałowej, elektrochemii i chemii analitycznej.
------	--

II. Cele przedmiotu

II.1.	Celem wykładu jest zapoznanie studentów z możliwością wykorzystania nowoczesnych technik znanych z inżynierii chemicznej i procesowej przy projektowaniu materiałów do zaawansowanych zastosowań.
II.2.	Celem laboratorium jest zapoznanie studentów z wytwarzaniem zaawansowanych materiałów z wykorzystaniem wiedzy zdobytej w trakcie wykładu, a także metod ich analizy i interpretacji wyników.

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

III.1. Wykład

Lp.	Treść
1.	Wprowadzenie – informacje ogólne z podstaw inżynierii chemicznej, inżynierii materiałowej, nanotechnologii.
2.	Zaawansowane materiały w aplikacjach przyjaznych środowisku – podział, właściwości, możliwości zastosowania.
3.	Wykorzystanie inżynierii chemicznej w zaawansowanych materiałach – wytwarzanie materiałów, możliwości kontroli i modelowania właściwości uzyskanych materiałów.
4.	Metody weryfikacji właściwości uzyskanych nanomateriałów – poznanie podstawowych technik analitycznych i sposobów interpretacji uzyskanych wyników służących do oceny jakości uzyskanych materiałów.
5.	Kierunki rozwoju zaawansowanych materiałów i roli inżynierii chemicznej.

III.2. Laboratorium

Lp.	Treść
1.	Wytworzenie zaawansowanych nanomateriałów do zastosowań katalitycznych.
2.	Analiza właściwości elektrokatalitycznych i fizykochemicznych wytworzonych materiałów.

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu

Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				
W1	K2_W09	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma wiedzę o kierunkach rozwoju technologii przemysłowych i najnowszych osiągnięciach inżynierii chemicznej i procesowej.	SP
UMIĘTNOŚCI				
U1	K2_U01	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz źródeł, także w języku obcym, w zakresie inżynierii chemicznej i procesowej, potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	SEM, D
U2	K2_U18	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi formułować i weryfikować hipotezy związane z zagadnieniami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi.	SEM, D

KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K01	I.P7S_KK P7U_K	Jest gotów do krytycznej oceny swojej wiedzy i jej doskonalenia z wykorzystaniem różnych źródeł informacji.	SEM, D
KS2	K2_K05	I.P7S_KO P7U_K	Ma świadomość ważności pozatechnicznych aspektów oraz skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.	SEM, D
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa
<ol style="list-style-type: none"> 1. „Nanomateriały inżynierskie, konstrukcyjne i funkcjonalne”, PWN 2010, pod red. K. Kurzydłowski, M. Lewandowska. 2. „Nanotechnologie”, PWN, 2008, pod red. R.W. Kelsall i inni, red. naukowa przekładu K. Kurzydłowski. 3. „Grafen: otrzymywanie, charakterystyka, zastosowania”, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, 2016, A. Huczko, A. Dąbrowska, M. Kurcz. 4. F. Béguin and E. Frąckowiak, <i>Carbons for Electrochemical Energy Storage and Conversion Systems</i>. 2009. 5. Bieżąca literatura naukowa dostępna w czasopismach naukowych wskazanych przez prowadzącego.

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się		
Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	30
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	5
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	15
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	5
Sumaryczny nakład pracy studenta		55
Liczba punktów ECTS		2

1.19. Multiscale Modelling (Modelowanie wielkoskalowe)



**Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej**

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu		Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Modelowanie wieloskalowe	
			w j. angielskim	Multiscale Modelling	
Kierownik przedmiotu	prof. dr hab. inż. Eugeniusz Molga				
Jednostka prowadząca	WICHIP PW	Kierunek studiów	Inżynieria chemiczna i procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	2	Specjalność	Green Technologies in Chemical Engineering
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy specjalnościowy	Język zajęć	angielski	Tryb prowadzenia zajęć	kontaktowy i stacjonarny
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Nie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	30	Sumaryczna liczba ECTS	2
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	2	---	1	---
	łącznie w semestrze	20	---	10	---

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

I.1.	Podstawowa znajomość Matematyki wyższej.
I.2.	Podstawowa znajomość przedmiotu Inżynieria Chemiczna.

II. Cele przedmiotu

II.1.	Celem przedmiotu jest poznanie najnowszych trendów w opisie procesów prowadzonych z wykorzystaniem porowatych ziaren ciała stałego. Modelowanie wieloskalowe umożliwia powiązanie efektywności całego procesu prowadzonego w przemysłowym urządzeniu z procesami (np. reakcją chemiczną, adsorpcją itp.) biegnącymi na poziomie molekularnym (w nanoporach i/lub na powierzchni nanocząstek katalizatora). Istota prezentowanej metody polega na określeniu metod przenoszenia informacji o procesach biegnących na poziomie molekularnym do większej skali – tj. skali ziarna wypełnienia i aparatu.
II.2.	Zakres przedmiotu obejmuje również praktyczne zapoznanie się z metodami modelowania wieloskalowego poprzez wykonanie zadania projektowego.

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

III.1. Wykład

Lp.	Treść
1.	Właściwości i struktura nanokatalizatorów. Metody wyznaczania parametrów istotnych dla opisu procesów przenoszenia masy w ziarnach tych katalizatorów: - rozmiarów cząstek, rozkładu rozmiarów porów, rozmiarów nanocząstek tworzących centra aktywne. Sposoby opisów dyfuzyjnego przenoszenia masy w ziarnach porowatych (dyfuzja molekularna, dyfuzja Knudsen, dyfuzja powierzchniowa).
2.	Metody modelowania poszczególnych procesów etapowych dla katalitycznej heterogenicznej reakcji prowadzonej z udziałem nanokatalizatorów: - przepływów w przestrzeniach międzyziarnowych, wnikania masy i ciepła z płynu do/od ziarna, procesów transportu masy i ciepła w ciele stałym, przebiegu reakcji chemicznej.
3.	Metody przenoszenia informacji uzyskanych w modelowania procesów w skali nano- do skali mikro i makro. Tworzenie modeli wielkoskalowych.

III.1. Projekt

Lp.	Treść
1.	Wykonanie zadania projektowego dotyczącego zastosowania modelowania wielkoskalowego w opisie heterogenicznej katalitycznej reakcji prowadzonej z udziałem nanokatalizatora.

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu

Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				
W1	K2_W03	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma specjalistyczną wiedzę dotyczącą procesów i operacji inżynierii chemicznej realizowanych w różnych skalach.	SP
UMIĘTNOŚCI				
U1	K2_U01	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrąfi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz źródeł, także w języku obcym, w zakresie inżynierii chemicznej i procesowej, potrafi	D

			integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	
U2	K2_U02	P7S_UK P7U_U	Potrafi komunikować się na tematy związane z inżynierią chemiczną w zróżnicowanych środowiskach społecznych i zawodowych, także w języku obcym, i prowadzić debatę.	D
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K01	I.P7S_KK P7U_K	Jest gotów do krytycznej oceny swojej wiedzy i jej doskonalenia z wykorzystaniem różnych źródeł informacji.	D
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa

1. Bieżąca literatura naukowa podawana przez prowadzącego i wyszukana przez Studentów.

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się

Lp	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	30
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	8
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	10
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	10
Sumaryczny nakład pracy studenta		58
Liczba punktów ECTS		2

1.20. Diploma Workshop (Pracownia Dyplomowa)



**Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej**

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu	1070-IC000-MSP-301	Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Pracownia dyplomowa	
			w j. angielskim	Diploma Workshop	
Kierownik przedmiotu	dr hab. inż. Łukasz Makowski, prof. uczelni				
Jednostka prowadząca	WICHIP PW	Kierunek studiów	Inżynieria chemiczna i procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	3	Specjalność	Green Technologies in Chemical Engineering
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy	Język zajęć	angielski	Tryb prowadzenia zajęć	kontaktowy i stacjonarny
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Nie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	90	Sumaryczna liczba ECTS	8
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	---	---	---	6
	łącznie w semestrze	---	---	---	90

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

I.1.	Brak wymagań
------	--------------

II. Cele przedmiotu

II.1.	Nabywanie praktycznej umiejętności pracy w laboratorium badawczo-naukowym.
II.2.	Zapoznanie się z zasadami obsługi i działania specjalistycznych przyrządów laboratoryjnych i programów komputerowych do przetwarzania danych pomiarowych.
II.3.	Nabywanie umiejętności prawidłowej interpretacji wyników danych doświadczalnych i pomiarowych.

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

III.1. Laboratorium

Lp.	Treść
1.	Zapoznanie z regulaminem laboratorium i zasadami BHP pracowni dyplomowej.
2.	Uruchomienie i testy doświadczalnej aparatury badawczej.
3.	Wykonanie badań doświadczalnych będących przedmiotem pracy dyplomowej.
4.	Analiza i interpretacja uzyskanych wyników doświadczalnych.

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu

Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				
W1	K2_W01 K2_W02	I.P7S_WG.o P7U_W	Ma wiedzę niezbędną do prawidłowej interpretacji wyników danych doświadczalnych i pomiarowych.	R/SPR, D/SEM
W2	K2_W03	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma rozszerzoną wiedzę przydatną do zrozumienia podstaw fizycznych i chemicznych podstawowych operacji i procesów inżynierii chemicznej i procesowej.	R/SPR, D/SEM
W3	K2_W04	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma wiedzę niezbędną do prowadzenia badań doświadczalnych z uwzględnieniem zjawisk przenoszenia pędu, masy i energii.	R/SPR, D/SEM
W4	K2_W09	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma wiedzę o wieloaspektowym i wieloskalowym podejściu do modelowania procesów stanowiącym obecnie najnowszy trend rozwojowy inżynierii chemicznej i procesowej.	D/SEM
UMIĘTNOŚCI				
U1	K2_U01	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Posiada umiejętności korzystania z danych literaturowych i internetowych w celu samodzielnego rozwiązywania zadanych problemów.	R/SPR, D/SEM
U2	K2_U03	P7S_UU P7U_U	Potrąfi określać kierunki dalszego uczenia się i realizować proces samokształcenia.	D/SEM
U3	K2_U04	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrąfi posługiwać się zaawansowanym narzędziem do komputerowego wspomagania projektowania instalacji w przemyśle chemicznym.	R/SPR, D/SEM

U4	K2_U05	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Ma umiejętność planowania i prowadzenia badań, korzystania z przyrządów pomiarowych oraz interpretowania i analizowania uzyskanych wyników.	R/SPR, D/SEM
U5	K2_U07	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi modelować przebieg procesów chemicznych i biochemicznych.	R/SPR, D/SEM
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K03	I.P7S_KO P7_UK	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	R/SPR, D/SEM
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa	
<ol style="list-style-type: none"> 1. R. B. Bird et al., Transport Phenomena, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc. , 2002. 2. J. R. Welty et al., Fundamentals of Momentum, Heat and Mass Transfer, John Wiley & Sons, Inc. , 2008. 3. O. Levenspiel, "Chemical Reaction Engineering", J. Wiley, 1999. 4. L. Schmidt, "The Engineering of Chemical Reactions", Oxford, 1997. 5. J. H. Ferziger, M. Perić, Computational methods for fluid dynamics, 1996. 6. J. D. Anderson, Computational fluid dynamics, 1995. 7. R. P. Schwarzenbach, „Environmental organic chemistry”, John Wiley & Sons, New Jersey, 2003. 8. J. R. Couper, W. R. Penney, J. R. Fair, S. M. Walas, Chemical Process Equipment, Elsevier, 2012. 	

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się		
Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	90
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	22
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	88
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	-
Sumaryczny nakład pracy studenta		200
Liczba punktów ECTS		8

1.21. Dyploma Seminar (Seminarium dyplomowe)



**Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej**

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu	1070-IC000-MSP-301	Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Seminarium dyplomowe	
			w j. angielskim	Diploma Seminar	
Kierownik przedmiotu	dr hab. inż. Łukasz Makowski, prof. uczelni				
Jednostka prowadząca	WzChP PW	Kierunek studiów	Inżynieria chemiczna i procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	3	Specjalność	Green Technologies in Chemical Engineering
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy	Język zajęć	angielski	Tryb prowadzenia zajęć	kontaktowy i stacjonarny
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Nie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	30	Sumaryczna liczba ECTS	2
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytorne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	---	2	---	---
	łącznie w semestrze	---	30	---	---

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

I.1.	Brak wymagań
------	--------------

II. Cele przedmiotu

II.1.	Nauczanie samodzielnego rozwiązywania problemów technicznych z zakresu inżynierii chemicznej oraz planowania pracy badawczej.
II.2.	Poznanie podstawowych zasad i metodyki wykonywania pracy dyplomowej oraz nabycie umiejętności prezentacji efektów własnej pracy naukowo-badawczej.
II.3.	Bieżąca weryfikacja postępów w zakresie przygotowania pracy dyplomowej magisterskiej.

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

III.1. Laboratorium

Lp.	Treść
1.	Przedstawienie regulaminu i zasad wykonywania prac dyplomowych ze zwróceniem uwagi na zasady edycji prac, zasady korzystania z piśmiennictwa (naukowego, technicznego, patentowego itp.).
2.	Omówienie metodyki prezentacji tematyki i wyników własnych prac badawczych oraz przedstawienie zasad prezentacji graficznej wyników doświadczalnych prac badawczych.
3.	Prezentacja rozważanego w pracy dyplomowej problemu badawczego - indywidualna prezentacja opracowań każdego dyplomanta, wykazująca posiadanie przez niego umiejętności rozwiązywania problemów, opartych na znajomości podstaw teoretycznych lub doświadczeniach empirycznych oraz na wykorzystywaniu znanych metod, analiz i komputerowych programów dotyczących rozpatrywanego problemu.
4.	Udział w dyskusji dotyczącej prowadzonych prac badawczych w ramach realizacji pracy dyplomowej grupy studentów.
5.	Omówienie prezentacji i wyników pracy badawczej. Krytyczna analiza prezentowanych rozwiązań, dyskusja i obrona poglądów przez wszystkich uczestników seminarium.

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu

Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				
W1	K2_W03	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma rozszerzoną wiedzę przydatną do zrozumienia podstaw fizycznych i chemicznych podstawowych operacji i procesów inżynierii chemicznej i procesowej.	D/SEM
W2	K2_W09	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych osiągnięciach z zakresu inżynierii chemicznej i procesowej.	D/SEM
UMIEJĘTNOŚCI				
U1	K2_U01	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrąfi pozyskiwać informacje z różnych źródeł; potrafi je interpretować i analizować.	D/SEM
U2	K2_U02	P7S_UK P7U_U	Ma umiejętność komunikowania się.	D/SEM

U3	K2_U09	I.P7S_UK P7U_U	Ma umiejętność posługiwania się językiem specjalistycznym z zakresie inżynierii chemicznej i procesowej.	D/SEM
U4	K2_U10	I.P7S_UK P7U_U	Potrafi opracować i przedyskutować sprawozdanie z otrzymanych wyników badań.	D/SEM
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K01	I.P7S_KK P7U_K	Potrafi pracować samodzielnie nad zadanym zagadnieniem – problemem naukowym oraz podsumować otrzymane wyniki w celu ich zaprezentowania.	D/SEM
KS2	K2_K04	I.P7S_KO I.P7S_KR	W sposób zrozumiały podaje do wiadomości publicznej informacje o inżynierii chemicznej.	D/SEM
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa	
1. Wybierana w trakcie realizacji tematu pracy dyplomowej.	

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się		
Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	30
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	6
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	14
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	10
Sumaryczny nakład pracy studenta		60
Liczba punktów ECTS		2

1.22. Master of Science Thesis (Praca dyplomowa magisterska)



**Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej**

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu	1070-IC000-MSP-301	Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Praca dyplomowa magisterska	
			w j. angielskim	Master of Science Thesis	
Kierownik przedmiotu	dr hab. inż. Łukasz Makowski, prof. uczelni				
Jednostka prowadząca	WICHIP PW	Kierunek studiów	Inżynieria chemiczna i procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	3	Specjalność	Green Technologies in Chemical Engineering
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy	Język zajęć	angielski	Tryb prowadzenia zajęć	kontaktowy i stacjonarny
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Nie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	180	Sumaryczna liczba ECTS	20
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	---	---	---	12
	łącznie w semestrze	---	---	---	180

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

I.1.	Brak wymagań.
------	---------------

II. Cele przedmiotu

II.1.	Samodzielne rozwiązanie przez dyplomanta problemu naukowego lub badawczego z zakresu inżynierii chemicznej. Praca dyplomowa magisterska powinna wykazać pogłębioną znajomość podstawowej wiedzy teoretycznej i doświadczalnej w zakresie inżynierii chemicznej oraz umiejętność rozwiązywania problemów, wymagających stosowania nowoczesnych metod z zakresu modelowania matematycznego i/lub technik doświadczalnych i stanowić samodzielne rozwiązanie przez dyplomanta problemu technicznego z wyraźnym wkładem koncepcyjnym, naukowym, badawczym (twórczym) autora pracy.
II.2.	Integracja wiedzy teoretycznej i umiejętności zdobytych podczas studiów II stopnia.
II.3.	Pogłębienie umiejętności samodzielnej pracy i samokształcenia oraz rozwiązywania problemów technicznych.
II.4.	Nabywanie umiejętności przekazywania informacji o wykonanych pracach badawczych w formie opracowania pisemnego.

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

III.1. Laboratorium

Lp.	Treść
1.	Poszukiwanie i analiza doniesień literaturowych dotyczących rozważanych zagadnień technicznych.
2.	Edycja i korekta tekstu pracy dyplomowej magisterskiej.
3.	Konsultacje z promotorem.

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu

Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				
W1	K2_W11	I.P7S_WK P7U_W	Zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego; potrafi korzystać z zasobów informacji naukowej i patentowej.	R/SPR, SEM/D
W2	K2_W09	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych osiągnięciach z zakresu inżynierii chemicznej i procesowej.	SU, R/SPR, SEM/D
UMIĘTNOŚCI				
U1	K2_U04	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi posługiwać się komercyjnymi programami komputerowymi oraz potrafi przygotować własne programy, wspomagające realizację zadań typowych dla inżynierii chemicznej i procesowej.	SU, R/SPR, SEM/D
U2	K2_U05	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma umiejętność planowania i prowadzenia badań, korzystania z przyrządów pomiarowych oraz interpretowania i analizowania uzyskanych wyników.	SU, R/SPR, SEM/D
U3	K2_U09	I.P7S_UK P7U_U	Zna język obcy na poziomie B2+ i umie posługiwać się językiem specjalistycznym z zakresu inżynierii chemicznej i procesowej.	R/SPR, SEM/D
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K01	I.P7S_KK P7U_K	Rozumie potrzebę dokształcania się i podnoszenia swoich kompetencji zawodowych i osobistych.	R/SPR, SEM/D

KS2	K2_K03	I.P7S_KO P7U_K	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	R/SPR, SEM/D
KS3	K2_K04	I.P7S_KO I.P7S_KR P7U_K	W sposób zrozumiały podaje do wiadomości publicznej informacje o inżynierii chemicznej.	R/SPR, SEM/D
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa

1. Wybierana w trakcie realizacji tematu pracy dyplomowej.

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się

Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	180
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	105
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	280
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	20
Sumaryczny nakład pracy studenta		585
Liczba punktów ECTS		20

2. Karty zmienionych obowiązkowych przedmiotów podstawowych polskojęzycznych specjalności IPP, IUR, IPN i BIO

2.1. Obliczeniowa mechanika płynów



Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu		Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Obliczeniowa mechanika płynów	
			w j. angielskim	Computational Fluid Dynamics	
Kierownik przedmiotu	dr hab. inż. Łukasz Makowski, prof. uczelni				
Jednostka prowadząca	WICHiP PW	Kierunek studiów	Inżynieria chemiczna i procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	2	Specjalność	-
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy		Język zajęć	polski	
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Nie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	75	Sumaryczna liczba ECTS	5
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	2	---	3	---
	łącznie w semestrze	30	---	45	---

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

I.1.	Brak wymagań.
------	---------------

II. Cele przedmiotu

II.1.	Nabywanie wiedzy na temat obliczeniowych analiz przepływów.
II.2.	Nabywanie umiejętności związanych z wykorzystaniem kodu numerycznego do symulacji prostych procesów inżynierii chemicznej i procesowej.
II.3.	Uzyskanie przez studenta podstawowej wiedzy z zakresu numerycznej symulacji transportu pędu, energii i masy oraz praktycznego rozwiązania w/w zagadnień z wykorzystaniem solvera CFD.

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

III.1. Wykład

Lp.	Treść
1.	Wprowadzenie – zalety stosowania analiz CFD, CFD jako narzędzie projektowe, obszary zastosowań CFD w inżynierii chemicznej i procesowej.
2.	Pakiety komercyjne CFD: typy pakietów, cechy charakterystyczne i użytkowe, wymagania hardware'owe, przewidywane kierunki rozwoju.
3.	Numeryczne metody rozwiązywania równań bilansu transportu, Solwery bazujące na metodzie objętości skończonej.
4.	Podstawowe etapy procesu analizy numerycznej – konstruowanie siatek numerycznych, warunki brzegowe, rozwiązania numeryczne, błędy dyskretyzacji, błędy użytkownika, interpretacja wyników obliczeń.
5.	Modele szczegółowe CFD: przepływy burzliwe, płyny nienewtonowskie, media porowate, przepływy płynów dwufazowych, przepływ płynów z jednoczesną reakcją chemiczną, promieniowanie.
6.	Prezentacja wybranych zastosowań CFD w procesach inżynierii chemicznej: filtracja, krystalizacja, mieszanie, mikro- i nano-procesy, pompy, precypitacja, reaktory chemiczne i biochemiczne, suszenie, symulacje wielkowirowe, układy ciecz-ciecz i ciecz-ciało stałe, układy gaz-ciało stałe, układy gaz-ciecz, wymienniki ciepła.

III.2. Ćwiczenia projektowe

Lp.	Treść
1	Wykonanie 2 projektów obliczeniowych dotyczących wykorzystania obliczeniowej mechaniki płynów w procesach inżynierii chemicznej i procesowej, takich jak: filtracja, krystalizacja, mieszanie, mikro- i nano-procesy, pompy, precypitacja, reaktory chemiczne i biochemiczne, suszenie, układy ciecz-ciecz i ciecz-ciało stałe, układy gaz-ciało stałe, układy gaz-ciecz, wymienniki ciepła.

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu

Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				
W1	K2_W01 K2_W02 K2_W04	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Student rozszerza swoją wiedzę o praktyczne zastosowania metod rozwiązywania równań różniczkowych. Umie prawidłowo zdefiniować warunki brzegowe i początkowe tych równań.	SP, K
UMIEJĘTNOŚCI				

U1	K2_U04	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Student potrafi symulować przebieg wybranych procesów inżynierii chemicznej i procesowej (w tym zjawisk przenoszenia pędu, masy i energii) z wykorzystaniem obliczeniowej mechaniki płynów.	SP, K
U2	K2_U07	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Student potrafi formułować zasady budowy modeli numerycznych na potrzeby wspomagania prac inżynierskich w aplikacjach inżynierii chemicznej i procesowej.	K
U3	K2_U07	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Student potrafi wykorzystać obliczeniową mechanikę płynów do modelowania pracy reaktorów chemicznych i biochemicznych. Zapoznał się z prawidłową walidacją i weryfikacją rezultatów obliczeń numerycznych.	SP, K
U4	K2_U08	I.P7S_UO P7U_U	Ma przygotowanie niezbędne do pracy w środowisku przemysłowym i kierowania zespołami, potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne funkcje.	R/SPR, D/SEM
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K04	I.P7S_KO I.P7S_KR P7U_K	Student posiada umiejętność pracy w grupie, wymiany poglądów oraz rozdzielania zadań dotyczących wspólnego projektu. Posiada również świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz za zbiorowo realizowane zadania.	R/SPR, D/SEM
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa

1. J. H. Ferziger, M. Perić, Computational methods for fluid dynamics, 1996.
2. J. D. Anderson, Computational fluid dynamics, 1995.
3. Z. Jaworski, Numeryczna mechanika płynów w inżynierii chemicznej i procesowej, 2005.
4. T. J. Chung, Computational fluid dynamics, 2002.
5. W. Prosnak, Wprowadzenie do numerycznej mechaniki płynów, 1993.
6. C. A. J. Fletcher, Computational techniques for fluid dynamics, 2002.

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się

Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	75
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	15
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	40
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	20
Sumaryczny nakład pracy studenta		150
Liczba punktów ECTS		5

2.2. Optymalizacja procesowa



**Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej**

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu	1070-IC000-MSP-214	Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Optymalizacja procesowa	
			w j. angielskim	Process Optimisation	
Kierownik przedmiotu	dr inż. Artur Poświata				
Jednostka prowadząca	WICHiP PW	Kierunek studiów	Inżynieria chemiczna i procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	2	Specjalność	-
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy		Język zajęć	polski	
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Tak	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	45	Sumaryczna liczba ECTS	3
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	2	-	1	-
	łącznie w semestrze	30	-	15	-

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

I.1.	Brak wymagań.
------	---------------

II. Cele przedmiotu

II.1.	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z teorią optymalizacji i wyrobieniem umiejętności wykorzystania wybranych metod optymalizacyjnych do obliczeń procesów z zakresu inżynierii chemicznej oraz ekonomiki procesów.
-------	--

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

III.1. Wykład

Lp.	Treść
1.	Podstawowe pojęcia optymalizacji.
2.	Metoda optymalizacyjna: zaawansowany rachunek różniczkowym.
3.	Metoda optymalizacyjna: metoda mnożników Lagrange'a.
4.	Metoda optymalizacyjna: warunki Kuhna-Tuckera.
5.	Metoda optymalizacyjna: programowanie dynamiczne.
6.	Metoda optymalizacyjna: ciągły algorytm zasady maksimum.
7.	Metoda optymalizacyjna: rachunek wariacyjny.
8.	Metoda optymalizacyjna: dyskretny algorytm zasady maksimum.
9.	Metoda optymalizacyjna: dyskretny algorytm ze stałym hamiltonianem.
10.	Ogólne zasady korzystania z metod optymalizacyjnych do obliczeń optymalizacyjnych dla procesów wymiany ciepła i masy oraz procesów reaktorowych.

III.2. Ćwiczenia projektowe

Lp.	Treść
1.	Rachunek różniczkowy: maksymalizacja stopnia przemiany – reaktor idealnie wymieszany i reakcja typu: $A \leftrightarrow B \rightarrow C$; alternatywnie: maksymalizacja zysków dla reaktora z katalizatorem i reakcji $A+B \rightarrow C$.
2.	Dyskretna zasada maksimum, algorytm ze stałym hamiltonianem: minimalizacja zużycia energii dla kaskady fluidalnych wymienników ciepła.
3.	Ciągła zasada maksimum: minimalizacja czasu przebywania w reaktorze rurowym dla przypadku reakcji $A+B \leftrightarrow C$ wobec ograniczeń na temperaturę.

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu				
Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				
W1	K2_W01	I.P7S_WG.o P7U_W	Ma pogłębioną wiedzę z matematyki niezbędną do stosowania zaawansowanych metod matematycznych w inżynierii chemicznej.	EU, SP, K, PDM, D/SEM
W2	K2_W06	I.P7S_WG.o P7U_W	Ma wiedzę dotyczącą metod optymalizacji procesowej i zna zasady stosowania tych metod.	EU, SP, K, PDM, D/SEM
W3	K2_W08	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma wiedzę dotyczącą ekonomicznych aspektów projektowania procesów przemysłowych.	EU, SP, K, PDM, D/SEM
UMIEJĘTNOŚCI				
U1	K2_U11	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi krytycznie ocenić istniejące rozwiązania techniczne typowe dla inżynierii chemicznej i zaproponować jego modernizację.	EU, SP, K, PDM, D/SEM
U2	K2_U12	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi uwzględniać aspekty ekonomiczne w projektowaniu procesów przemysłowych.	EU, SP, K, PDM, D/SEM
U3	K2_U14	I.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi stosować zasady optymalizacji przy projektowaniu procesów i operacji przemysłowych.	EU, SP, K, PDM, D/SEM
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K01	I.P7S_KK P7U_K	Jest gotów do krytycznej oceny swojej wiedzy i jej doskonalenia z wykorzystaniem różnych źródeł informacji.	EU, SP, K, PDM, D/SEM
KS2	K2_K02	I.P7S_KR P7U_K	Jest gotów do identyfikacji i prawidłowego rozwiązywania problemów związanych z wykonywaniem zawodu inżyniera przestrzegając zasad etyki i dbając o dobrok zawodowy oraz jego rozwój.	EU, SP, K, PDM, D/SEM
KS3	K2_K04	I.P7S_KO I.P7S_KR P7U_K	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej i rozumie potrzebę formułowania oraz przekazywania społeczeństwu informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i działalności inżynierskiej oraz naukowej w sposób powszechnie zrozumiały.	EU, SP, K, PDM, D/SEM
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa	
1. S. Sieniutycz, Optymalizacja w inżynierii procesowej, WNT, Warszawa, 1994.	
2. S. Sieniutycz, Z. Szwał, Przykłady i zadania z optymalizacji procesowej, OWPW, 1980.	
3. S. Sieniutycz, Z. Szwał, Praktyka obliczeń optymalizacyjnych, WNT, Warszawa 1982.	
4. R.S. Berry, V.A. Kazakov, S. Sieniutycz, Z. Szwał, A. M. Tsirlin, Thermodynamic Optimization of finite-Time Processes, Wiley, Chichester, 2000.	

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się		
Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	45
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	15
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	15
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	15
Sumaryczny nakład pracy studenta		90
Liczba punktów ECTS		3

2.3. Mechanika płynów



**Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej**

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu	1070-IC000-MSP-112	Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Mechanika płynów	
			w j. angielskim	Fluid Mechanics	
Kierownik przedmiotu	dr hab. inż. Antoni Rozeń, prof. uczelni				
Jednostka prowadząca	WICHIP PW	Kierunek studiów	Inżynieria chemiczna i procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	1	Specjalność	-
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy		Język zajęć	polski	
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Tak	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	30	Sumaryczna liczba ECTS	4
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	2	-	-	5
	łącznie w semestrze	30	-	-	10

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

I.1.	Brak wymagań.
------	---------------

II. Cele przedmiotu

II.1.	Nabywanie przez studenta umiejętności wykonania analizy przepływów laminarnych i burzliwych oraz obliczenia przepływów.
II.2.	Nabywanie przez studenta umiejętności wykonania transformacji równania Naviera-Stokesa.
II.3.	Nabywanie przez studenta umiejętności badania stabilności przepływów.
II.4.	Zrozumienie przez studenta podstaw obliczeniowej mechaniki płynów (CFD).
II.5.	Przedstawienie zagadnienia analizy widmowej przepływów burzliwych.
II.6.	Nabywanie przez studenta umiejętności wykorzystania mechaniki płynów do opisu procesów inżynierii chemicznej i procesowej.

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

III.1. Wykład

Lp.	Treść
1.	Wprowadzenie: mechanika ośrodków ciągłych, efekty lepkości i bezwładności płynu, wizualizacja przepływów, podstawy rachunku tensorowego.
2.	Kinematyka płynu: ujęcie Lagrange'a (w przestrzeni czasu) i ujęcia Eulera (w przestrzeni fizycznej).
3.	Dynamika płynu: równania bilansowe, masy, pędu i wirowości. Transformacje równania Naviera-Stokesa.
4.	Przepływy laminarne: rozwiązania równania Naviera - Stokesa, przepływy pełzające, laminarne warstwy graniczne, niestabilności przepływów nielepkich i lepkich, chaos deterministyczny w przepływie płynu.
5.	Przepływy burzliwe: skale przestrzenne i czasowe ruchu burzliwego, modele statystyczne burzliwości, modelowanie i symulacja przepływów burzliwych (modele półempiryczne, modele RANS i modele RSM, modele LES, modele DNS).
6.	Modele deterministyczne burzliwości: modele LES i modele DNS.
7.	Korelacje przestrzenne i czasowe składowych fluktuacyjnych prędkości płynu.
8.	Dynamika widmowa przepływu burzliwego: równanie Naviera-Stokesa w przestrzeni Fouriera i problemy zamknięcia w przestrzeni liczb falowych.

IV.2. Laboratorium

Lp.	Treść
1.	Badanie stabilności przepływu Couette'a (wizualizacja wirów Taylora).
2.	Pomiary korelacji składowych fluktuacyjnych prędkości płynu techniką LDA.

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu

Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				
W1	K2_W02	I.P7S_WG.o P7U_W	Ma pogłębioną wiedzę z fizyki niezbędną do interpretacji zjawisk fizycznych w procesach przemysłowych.	EP/EU
W2	K2_W04	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma ugruntowaną wiedzę niezbędną do sporządzania bilansów masy, składnika, pędu i energii z uwzględnieniem zjawisk przenoszenia pędu, masy i energii.	EP/EU
UMIĘTNOŚCI				
U1	K2_U05	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi planować i prowadzić prace badawcze, korzystać z przyrządów pomiarowych oraz interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.	SPR

U2	K2_U07	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi modelować przebieg operacji fizycznych i procesów chemicznych w aparatach i urządzeniach przemysłowych.	EP/EU
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K01	I.P7S_KK P7U_K	Jest gotów do krytycznej oceny swojej wiedzy i jej doskonalenia z wykorzystaniem różnych źródeł informacji.	EU, EP
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Aris R., "Vectors, Tensors, and the Basic Equations of Fluid Dynamics", Dover Publications, Inc., 1989. 2. Sherman F. S., "Viscous Flow", McGraw-Hill, 1990. 3. Happel J., Brenner H., "Low Reynolds number hydrodynamics", Martinus Nijhoff Publishers, 1983. 5. Drazin P. G., Reid W. H., "Hydrodynamic Stability", Cambridge University Press, 2004. 6. Pope S. B., "Turbulent Flows", Cambridge University Press, 2000 7. Frisch U., "Turbulence", Cambridge University Press, 1995. 8. Elsner J. W., „Turbulencja Przepływów”, PWN, 1987. 9. White F. M., "Fluid Mechanics", McGraw-Hill, 2011. 10. Bałdyga J., Bourne J. R., Turbulent Mixing and Chemical Reactions, Wiley, 1999. 	

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się		
Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	40
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	36
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	14
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	15
Sumaryczny nakład pracy studenta		105
Liczba punktów ECTS		4

2.4. Symulacja komputerowa procesów przemysłowych



**Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej**

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu	1070-IC000-MSP-103	Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Symulacja komputerowa procesów przemysłowych	
			w j. angielskim	Computer Simulation of Industrial Processes	
Kierownik przedmiotu	dr inż. Roman Krzywda				
Jednostka prowadząca	WICHIP PW	Kierunek studiów	Inżynieria chemiczna i procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	1	Specjalność	-
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy		Język zajęć	polski	
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Nie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	75	Sumaryczna liczba ECTS	5
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	1	-	-	4
	łącznie w semestrze	15	---	-	60

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

I.1. Wymagana jest znajomość podstaw inżynierii chemicznej i procesowej.

II. Cele przedmiotu

II.1. Zdobycie umiejętności posługiwania się zaawansowanym narzędziem do komputerowego wspomaganie projektowania instalacji w przemyśle chemicznym i pokrewnych, wykorzystującym zaimplementowane matematyczne metody numeryczne.
II.2. Uzyskanie końcowego efektu pracy projektowej w postaci pełnego schematu technologicznego i raportu tekstowego.

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

III.1. Wykład

Lp.	Treść
1.	Koncepcja i cel wykorzystania programu komputerowego Chemcad firmy Chemstations do wspomaganie projektowania inżynierskiego. Wykorzystanie w programie metod numerycznych do rozwiązywania równań algebraicznych, różniczkowych, interpolacji danych itp.
2.	Podstawowe tryby pracy programu i aparaty zawarte w bibliotece programu Chemcad.
3.	Baza danych substancji chemicznych w programie Chemcad i metody wyznaczania współczynników równowagi oraz entalpii.
4.	Definiowanie strumieni wlotowych i parametrów procesowych aparatów (tryb projektowania i wymiarowania programu Chemcad).
5.	Sposób wykonywania symulacji pracy instalacji przemysłowej.
6.	Tworzenie pełnego schematu technologicznego oraz raportu tekstowego dotyczącego projektowanej instalacji.
7.	Zastosowanie typowych aparatów do projektowania instalacji przemysłu chemicznego: kolumny destylacyjne (o działaniu okresowym i ciągłym), separatory ciała stałego, wymienniki ciepła, reaktory itp.
8.	Metody projektowania instalacji przemysłowych, symulowanie przebiegu procesów (łącznie z recyrkulacją), obliczanie wymiarów i kosztów aparatów.
9.	Podstawy analizy i metody obliczeń kosztów inwestycyjnych i produkcyjnych instalacji przemysłowych.

IV.2. Laboratorium

Lp.	Treść
1.	Samodzielne wykonanie kilkunastu projektów komputerowych, przeprowadzenie symulacji pracy prostych instalacji zawierających typowe aparaty dla przemysłu chemicznego oraz przygotowanie pełnego schematu technologicznego.
2.	Wykonanie indywidualnego projektu złożonej instalacji przemysłowej.

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu

Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				
W1	K2_W01 K2_W03 K2_W04 K2_W05	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma wiedzę niezbędną do projektowania i analizy pracy instalacji typowej dla przemysłu chemicznego.	WP, SU
UMIĘJĘTNOŚCI				
U1	K2_U04 K2_U06	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi dobrać aparaty do realizacji założonego procesu, stworzyć schemat technologiczny instalacji i dobrać prawidłowe parametry pracy poszczególnych aparatów oraz przeprowadzić analizę ich wpływu na pracę instalacji za pomocą programu komputerowego.	WP, SU
U2	K2_U11	I.P7S_UW.o	Potrafi przeprowadzić analizę ekonomiczną projektowanej instalacji.	WP, SU

	K2_U12	III.P7S_UW.o P7U_U		
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K02 K2_K03	I.P7S_KR I.P7S_KO P7U_K	Potrafi myśleć analitycznie i działać samodzielnie.	WP. SU
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa				
<p>1. Strona internetowa producenta oprogramowania: http://www.chemstations.com/.</p> <p>2. Strona internetowa dystrybutora oprogramowania na Europę: http://www.norpar.com/.</p> <p>3. Podstawy obliczeń projektowych w technologii chemicznej, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005.</p> <p>4. J. Ciborowski, Inżynieria chemiczna, Inżynieria procesowa, Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa, 1973.</p> <p>5. Z. Ziółkowski, Destylacja i rektyfikacja w przemyśle chemicznym, Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa, 1978.</p> <p>6. J. R. Couper, W. R. Penney, J. R. Fair, S. M. Walas, Chemical Process Equipment, Elsevier, 2012.</p>				

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się		
Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	75
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	12
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	43
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	10
Sumaryczny nakład pracy studenta		140
Liczba punktów ECTS		5

3. Karty zmienionych obowiązkowych przedmiotów specjalnościowych BIO

3.1. Metody inżynierskie w zagadnieniach fizjologii



Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu	1070-ICIUR-MSP-107	Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Metody inżynierskie w zagadnieniach fizjologii	
			w j. angielskim	Engineering Methods in Physiology	
Kierownik przedmiotu	prof. dr hab. inż. Tomasz Sosnowski				
Jednostka prowadząca	WICHiP PW	Kierunek studiów	Inżynieria chemiczna i procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	2	Specjalność	Bioinżynieria
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy specjalnościowy		Język zajęć		polSKI
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Nie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	20	Sumaryczna liczba ECTS	2
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	2	---	---	---
	łącznie w semestrze	20	---	---	---

I. Wymagania wstępne i dodatkowe	
I.1.	Znajomość materiału z zakresu chemii fizycznej.
I.2.	Znajomość materiału z zakresu mechaniki płynów, kinetyki procesowej i procesów podstawowych inżynierii chemicznej.

II. Cele przedmiotu	
II.1.	Przedmiot obejmuje zastosowania metod ilościowych do analizy procesów fizjologicznych,
II.2.	Przedstawienie zagadnień przenoszenia pędu, energii i masy w organizmie ludzkim, wraz z przykładowymi obliczeniami.
II.3.	Przedstawienie wybranych zastosowań metod inżynierii chemicznej w projektowaniu układów podawania leków i sztucznych narządach.

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)	
III.1. Wykład	
Lp.	Treść
1.	Ogólne zasady podejścia do ilościowej analizy funkcjonowania organizmu ludzkiego: organizm jako złożony układ procesowy; podejście ilościowe w oparciu o zasady bilansowania; zestaw parametrów standardowych ("standard man"); dekompozycja organizmu na podukłady bilansowe: schematy blokowe, modele kompartmentowe, modele regionalne (np. krew/tkanka). Elementy farmakodynamiki.
2.	Zagadnienia ruchu ciepła w organizmie i wymiana ciepła z otoczeniem. Bilans energetyczny organizmu.
3.	Hydrodynamika układu krwionośnego: charakterystyka fizykochemiczna i reologiczna krwi; zagadnienia przepływu w naczyniach krwionośnych, zagadnienia krążenia pozaustrojowego.
4.	Struktura geometryczna układu oddechowego, mechanika płuc i wentylacji, parametry oddechowe i wymiana gazowa w płucach - podejście procesowe.
5.	Przykłady rozwiązań równania przepływu gazu w drzewie oskrzelowym, mechanizmy depozycji i usuwania cząstek aerozolowych z płuc.
6.	Dynamika surfaktantu płucnego i efekty kapilarne w układzie oddechowym. Wpływ surfaktantu na mechanikę oddychania i klirans. Metody pomiaru dynamicznych właściwości surfaktantu płucnego w warunkach in vitro. Zaburzenia funkcji surfaktantu przez czynniki wziewne.
7.	Aerozole medyczne i inżynierskie problemy aerzoloterapii: zasady działania inhalatorów i ich rodzaje, atomizacja cieczy, rozpraszane proszków, standardowe metody pomiaru wielkości cząstek aerozolowych (wg Farmakopei, FDA, EMA). Demonstracja inhalatorów i układów do badań aerzoli medycznych.
8.	Procesy permeacyjne w organizmie i ich realizacja w sztucznych narządach (sztuczna nerka, sztuczna wątroba). Materiały biodegradowalne do zastosowań w implantach i sztucznych narządach.

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu				
Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				
W1	K2_W02	I.P7S_WG.o P7U_W	Ma pogłębioną wiedzę z fizyki niezbędną do interpretacji zjawisk fizycznych w procesach przemysłowych.	SP

W2	K2_W04	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma ugruntowaną wiedzę niezbędną do sporządzania bilansów masy, składnika, pędu i energii z uwzględnieniem zjawisk przenoszenia pędu, masy i energii.	SP
W3	K2_W09	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma wiedzę o kierunkach rozwoju technologii przemysłowych i najnowszych osiągnięciach inżynierii chemicznej i procesowej.	SP
UMIĘTNOŚCI				
U1	K2_U01	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrąfi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz źródeł, także w języku obcym, w zakresie inżynierii chemicznej i procesowej, potrąfi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	SP
U2	K2_U02	P7S_UK P7U_U	Potrąfi komunikować się na tematy związane z inżynierią chemiczną w zróżnicowanych środowiskach społecznych i zawodowych, także w języku obcym, i prowadzić debatę.	SP
U3	K2_U05	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrąfi planować i prowadzić prace badawcze, korzystać z przyrządów pomiarowych oraz interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.	SP
U4	K2_U17	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrąfi ocenić przydatność metod i narzędzi służących do rozwiązania zadania inżynierskiego, charakterystycznego dla inżynierii chemicznej oraz identyfikować ograniczenia tych metod i narzędzi.	SP
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K01	I.P7S_KK P7U_K	Jest gotów do krytycznej oceny swojej wiedzy i jej doskonalenia z wykorzystaniem różnych źródeł informacji.	SP
KS2	K2_K04	I.P7S_KO I.P7S_KR P7U_K	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej i rozumie potrzebę formułowania oraz przekazywania społeczeństwu informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i działalności inżynierskiej oraz naukowej w sposób powszechnie zrozumiały.	SP
KS3	K2_K05	I.P7S_KO P7U_K	Ma świadomość ważności pozatechnicznych aspektów oraz skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.	SP
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				
V. Literatura zalecana i dodatkowa				
<ol style="list-style-type: none"> 1. D.O. Cooney, Biomedical engineering principles: an introduction to fluid, heat and mass transport processes, Marcel Dekker Inc., NY-Basel, 1976. 2. W.M. Saltzman, Drug delivery. Engineering principles for drug therapy, Oxford University Press, 2001. 3. D. Rubenstein, W. Yin, M.D. Frame, Biofluid Mechanics: An Introduction to Fluid Mechanics, Microcirculation, and Microcirculation, Academic Press, 2015. 4. T. Sosnowski, Aerozole wziewne i inhalatory (wyd.2 - seria: Inżynieria Procesów Biomedycznych), IChIP PW, Warszawa, 2012. 5. A. Moskal, A. Penconek, Przepływy w organizmie człowieka: wstęp do biomechaniki płynów (seria: Inżynieria Procesów Biomedycznych), IChIP PW, Warszawa, 2012 <p><u>Uzupełniająca:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. G. Pawlicki, Podstawy inżynierii medycznej, OWPW, Warszawa, 1997. 2. Źródła internetowe z zakresu inżynierii biomedycznej, systemów podawania leków itp. 				

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się		
Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	20
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	10
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	10
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	10
Sumaryczny nakład pracy studenta		50
Liczba punktów ECTS		2

3.2. Modelowanie bioprocessów



Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu	1070-ICBIN-MSP-108	Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Modelowanie bioprocessów	
			w j. angielskim	Modelling of Bioprocesses	
Kierownik przedmiotu	dr hab. inż. Paweł Sobieszuk, profesor uczelni				
Jednostka prowadząca	WzChP PW	Kierunek studiów	Inżynieria chemiczna i procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	1	Specjalność	Bioinżynieria
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy specjalnościowy		Język zajęć		polski
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Nie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	45	Sumaryczna liczba ECTS	2
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	1	---	2	---
	łącznie w semestrze	15	---	30	---

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

I.1.	Brak wymagań.
------	---------------

II. Cele przedmiotu

II.1.	Zapoznanie studentów z nowoczesnymi metodami modelowania bioprocessów oraz z projektowaniem eksperymentu pod kątem weryfikacji doświadczalnej proponowanych modeli.
II.2.	Celem zajęć projektowych jest wykonanie zaawansowanego modelowania procesów biotechnologicznych z wykorzystaniem oprogramowania MATLAB oraz zaplanowanie serii eksperymentów oraz poprawnie zinterpretowanie wyników doświadczalnych z wykorzystaniem oprogramowania STATISTICA.

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

III.1. Wykład

Lp.	Treść
1.	Wprowadzenie i regulamin przedmiotu.
2.	Tworzenie skryptów i funkcji w programie Matlab.
3.	Bilans hodowli okresowej, rozwiązywanie układów równań różniczkowych w programie Matlab (procedura <i>ode</i>).
4.	Bilans hodowli ciągłej, rozwiązywanie układów równań algebraicznych w programie Matlab (procedura <i>solve</i>).
5.	Model osadu czynnego, bilans tlenu w bioreaktorze.
6.	Model morfologiczny i makrokinetyczny wzrostu <i>Penicillium chrysogenum</i> .
7.	Metody numeryczne.
8.	Tworzenie i czytanie plików (<i>fopen</i> , <i>fprint</i> , <i>fclose</i> , <i>textread</i>), estymacja parametrów modelu (procedura <i>lsqnonlin</i>).
9.	Wielowymiarowa analiza regresji.
10.	Planowanie eksperymentu – Plany pełne.
11.	Planowanie eksperymentu – Plany niepełne.
12.	Wariancja, plan Placketta-Burmana.
13.	Przykład planu Plackett-Burmana rozwiązany w Matlabie i Statistica.
14.	Studium przypadku z literatury w Statistica.
15.	Plan Boxa-Behnkena w Statistica, istotność statystyczna, testy Shapiro – Wilka oraz Tukeya.

III.3. Ćwiczenia projektowe

Lp.	Treść
1.	Opracowanie skryptu rozwiązującego w programie Matlab bilans bioreaktora okresowego. Celem jest określenie wpływu parametrów modelu na przebieg hodowli okresowej przez rozwiązanie układu bilansowych równań różniczkowych.
2.	Opracowanie skryptu rozwiązującego w programie Matlab bilans bioreaktora przepływowego (chemostatu). Celem jest określenie wpływu parametrów modelu na przebieg hodowli ciągłej przez rozwiązanie układu bilansowych równań algebraicznych.
3.	Wyznaczenie parametrów modelu na podstawie danych doświadczalnych przy użyciu procedury <i>lsqnonlin</i> .
4.	Studium przypadku literaturowego planu Boxa-Behnkena w programie Statistica.

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu

Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				

W1	K2_W03 K2_W04	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Zna nowoczesne metody modelowania bioprocessów oraz metody ich rozwiązywania.	SP, WP, R, D
W2	K2_W05	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Zna metody planowania eksperymentu biotechnologicznego i jego realizacji.	SP, WP, R, D
UMIEJĘTNOŚCI				
U1	K2_U04 K2_U07	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Posiada umiejętność sformułowania modelu matematycznego procesu biotechnologicznego.	SP, WP, R, D
U2	K2_U04 K2_U06	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi napisać program komputerowy w celu rozwiązania modelu matematycznego oraz jego weryfikację na podstawie danych doświadczalnych.	SP, WP, R, D
U3	K2_U04 K2_U05	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi zaplanować eksperyment biotechnologiczny oraz określić statystyczna istotność danych doświadczalnych.	SP, WP, R, D
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K01 K2_K02	I.P7S_KK I.P7S_KR P7U_K	Potrafi samodzielnie zweryfikować poprawność danych doświadczalnych oraz proponowanych opisów matematycznych.	WP, D
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa	
<ol style="list-style-type: none"> Chapman S. J., „Matlab Programming for Engineers”, Thomson, 2008. Paca zbiorowa (red. W. Bednarski, J. Fiedurka), „Podstawy Biotechnologii Przemysłowej, WNT, Warszawa, 2012. Rabiej M., „Analizy statystyczne z programami Statistica i Excel”, Helion, 2018. Materiały przygotowane przez wykładowcę. 	

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się		
Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	45
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	5
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	8
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	2
Sumaryczny nakład pracy studenta		60
Liczba punktów ECTS		2

3.3. Inżynieria Bioprocessów i Bioreaktorów



Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu		Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Inżynieria Bioprocessów i Bioreaktorów	
			w j. angielskim	Bioprocess Engineering	and Bioreactors
Kierownik przedmiotu	dr hab. inż. Małgorzata Jaworska, profesor uczelni				
Jednostka prowadząca	WICHiP PW	Kierunek studiów	Inżynieria chemiczna i procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	1	Specjalność	Bioinżynieria
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy specjalnościowy		Język zajęć	polski	
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Tak	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	75	Sumaryczna liczba ECTS	5
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	3	---	2	---
	łącznie w semestrze	45	---	30	---

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

I.1.	Brak wymagań
------	--------------

II. Cele przedmiotu

II.1.	Zapoznanie studentów z podstawowymi technikami stosowanymi w technologii biochemicznej.
II.2.	Zapoznanie ze sposobem bilansowania oraz modelowania bioprocessów.
II.3.	Zapoznanie z ilościowym opisem procesów zachodzących w bioreaktorach w oparciu o kinetykę wzrostu mikroorganizmów, kinetykę reakcji enzymatycznych i hydrodynamikę reaktora.
II.4.	Zapoznanie z zasadami powiększania skali bioreaktorów oraz z bioreaktorami zintegrowanymi.

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

III.1. Wykład

Lp.	Treść
1.	Przygotowanie inoculum dla procesów przemysłowych, selekcja, doskonalenie szczepów, kryteria doboru szczepów przemysłowych, inżynieria metabolizmu. Przechowywanie szczepów przemysłowych.
2.	Przemysłowe media hodowlane, dobór składników, sterylizacja pożywek, kinetyka śmierci termicznej, sterylizacja powietrza, praca w warunkach jałowych.
3.	Masowy bilans elementarny. Bilans energetyczny, ograniczenia termodynamiczne wzrostu mikroorganizmów.
4.	Kinetyka wzrostu mikroorganizmów. Niestrukuralne modele wzrostu. Strukturalne modele wzrostu. Przemiana podstawowa.
5.	Typy hodowli mikroorganizmów. Hodowle wgłębne okresowe i z ciągłym dozowaniem pożywki. Hodowle w podłożu stałym. Bioreaktory zintegrowane.
6.	Bioreaktory do hodowli mikroorganizmów: klasyfikacja i podstawowe rozwiązania konstrukcyjne.
7.	Przedstawienie ilościowego opisu procesów zachodzących w bioreaktorach idealnych (bioreaktor przepływowy z idealnym mieszanym, bioreaktor o działaniu półokresowym, bioreaktor z idealnym przepływem tłokowym, bioreaktor z recyrkulacją biomasy, układy bioreaktorów).
8.	Omówienie problemu występowania naprężeń ścinających w biotechnologii. Wpływ lepkości pożywek na reologię płynów hodowlanych, mieszanie i napowietrzanie w bioreaktorach.
9.	Kinetyka reakcji enzymatycznych: parametry wpływające na aktywność enzymów, kinetyka prostej reakcji enzymatycznej, inhibicje, kinetyka reakcji w układach heterofazowych (ciecz-ciecz, ciecz-ciało stałe).
10.	Enzymy immobilizowane: metody immobilizacji, transport masy w układach z enzymem immobilizowanym.
11.	Przemysłowe reaktory enzymatyczne: klasyfikacja i podstawowe rozwiązania konstrukcyjne. Bioreaktory zintegrowane.
12.	Przedstawienie ilościowego opisu procesów zachodzących w bioreaktorach enzymatycznych (bioreaktory stosowane dla enzymów natywnych, bioreaktory stosowane dla enzymów immobilizowanych).
13.	Zasada wyboru bioreaktora i zagadnień powiększania skali.

III.2. Ćwiczenia projektowe

Lp.	Treść
1.	Bilans elementarny wzrostu mikroorganizmów.
2.	Bilans wzrostu mikroorganizmów w bioreaktorach idealnych.
3.	Bilans bioreaktorów enzymatycznych z enzymem natywnym i immobilizowanym.

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu

Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu

				uczenia się*
WIEDZA				
W1	K2_W04	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma wiedzę niezbędną do bilansowania bioreaktorów oraz stosowania procesów jednostkowych w bioprocessach.	EP, WP
W2	K2_W05	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma podbudowaną teoretycznie i ugruntowaną wiedzę niezbędną do projektowania procesów i aparatów przemysłu biotechnologicznego.	EP, WP
W3	K2_W09	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma wiedzę o kierunkach rozwoju przemysłu biotechnologicznego i jego najnowszych osiągnięciach.	EP, WP
UMIĘTNOŚCI				
U1	K2_U06	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi projektować bioreaktory zarówno do hodowli mikroorganizmów jak i stosowane w procesach enzymatycznych.	EP, WP
U2	K2_U07	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi modelować przebieg procesów biochemicznych w aparatach i urządzeniach przemysłowych.	EP, WP
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K01	I.P7S_KK P7U_K	Jest gotów do krytycznej oceny swojej wiedzy i jej doskonalenia z wykorzystaniem różnych źródeł informacji.	EP, WP
KS2	K2_K04	I.P7S_KO I.P7S_KR P7U_K	Prawidłowo reaguje na problemy związane z pracą inżyniera.	EP, WP
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa	
<ol style="list-style-type: none"> 1. K. W. Szewczyk, Bilansowanie i kinetyka procesów biochemicznych, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa, 2005. 2. K. W. Szewczyk, Technologia biochemiczna, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa, 2003. 3. Bałdyga, M. Henczka, W. Podgórska, Obliczenia w Inżynierii Bioreaktorów, OWPW, 1996. lub wydanie 2, 2012. 4. Praca zbiorowa Podstawy Biotechnologii Przemysłowej, WNT, Warszawa, 2009. 5. S. Aiba, A. E. Humphrey, N. F. Millis; Inżynieria biochemiczna, WNT 1977. 6. L. Krzystek, Stechiometria i kinetyka bioprocessów, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, 2010. 7. J. Bailey, D. Ollis, Biochemical Engineering Fundamentals, McGraw-Hill Book Company, 1986. 	

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się		
Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	75
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	15
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	30
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	15
Sumaryczny nakład pracy studenta		135
Liczba punktów ECTS		5

4.4. Nanotechnologia



Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu	1070-ICBIN-MSP-207	Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Nanotechnologia	
			w j. angielskim	Nanotechnology	
Kierownik przedmiotu	dr inż. Beata Butruk-Raszeja				
Jednostka prowadząca	WICiP PW	Kierunek studiów	Inżynieria chemiczna i procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	2	Specjalność	Bioinżynieria
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy specjalnościowy		Język zajęć		polSKI
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Nie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	60	Sumaryczna liczba ECTS	4
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	2	---	---	2
	łącznie w semestrze	30	---	---	30

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

I.1.	Brak wymagań.
------	---------------

II. Cele przedmiotu

II.1.	Przekazanie studentom podstawowej wiedzy dotyczącej nanotechnologii.
II.2.	Zapoznanie studentów z metodami otrzymywania nanostruktur.
II.3.	Zapoznanie studentów z technikami pomiarowymi stosowanymi w nanotechnologii.

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

III.1. Wykład

Lp.	Treść
1.	Podstawy budowy materii ze szczególnym uwzględnieniem efektów powierzchniowych.
2.	Wpływ rozmiaru na własności fizyczne i chemiczne obiektów.
3.	Podstawy nanochemii.
4.	Metody analizy nanostruktur.
4.	Metody otrzymywania nanostruktur.
5.	Oddziaływanie nanostruktur z organizmami żywymi.
6.	Nanocząstki do podawania leków, nano-toksykologia.

III.4. Laboratorium

Lp.	Treść
1.	Otrzymywanie nanocząstek metalicznych i badanie ich właściwości.
2.	Otrzymywanie nanocząstek ceramicznych i badanie ich właściwości.
3.	Otrzymywanie mikrocząstek w procesie enkapsulacji komórek zwierzęcych.
4.	Otrzymywanie nanowłókien polimerowych i badanie ich właściwości.

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu

Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				
W1	K2_W09	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Posiada wiedzę o właściwościach i metodach otrzymywania nanostruktur oraz o metodach pomiarowych stosowanych w nanotechnologii.	SP, K
UMIEJĘTNOŚCI				
U1	K2_U05	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrafi planować i prowadzić badania w celu wytworzenia nanocząstek lub innych nanostruktur (korzystając z przyrządów pomiarowych) oraz interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski Potrafi zaprojektować syntezę nanocząstek lub innych nanostruktur.	SP, K
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K02	I.P7S_KR P7U_K	Posiada wiedzę o zagrożeniach i zaletach niesionych przez nanotechnologię.	SP

*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).

V. Literatura zalecana i dodatkowa

1. Monografia pod red. M. Nałęcza, Biocybernetyka i Inżynieria Biomedyczna, Akademicka Oficyna Wydawnicza Exit, Warszawa 2000.
2. R. Tadeusiewicz, Inżynieria biomedyczna, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2008.
3. D. Bronzino, Introduction to Biomedical Engineering, Academic Press, 2012.
4. K. Kurzydłowski, M. Lewandowska, Nanomateriały inżynierskie konstrukcyjne i funkcjonalne, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2010.

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się		
Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	60
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	10
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	20
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	30
Sumaryczny nakład pracy studenta		120
Liczba punktów ECTS		4

3.5. Inżynieria biomedyczna



**Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej**

Karta przedmiotu

Kod przedmiotu	1070-ICBIN-MSP-206	Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Inżynieria biomedyczna	
			w j. angielskim	Biomedical Engineering	
Kierownik przedmiotu	prof. dr hab. inż. Tomasz Ciach				
Jednostka prowadząca	WICHiP PW	Kierunek studiów	Inżynieria chemiczna i procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia II stopnia stacjonarne	Semestr studiów	1	Specjalność	Bioinżynieria
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy specjalnościowy		Język zajęć		polSKI
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Tak	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	60	Sumaryczna liczba ECTS	4
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	2	-	-	2
	łącznie w semestrze	30	-	-	30

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

I.1.	Brak wymagań.
------	---------------

II. Cele przedmiotu

II.1.	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawową wiedzą z zakresu inżynierii biomedycznej oraz nabycie praktycznych umiejętności wytwarzania podstawowych form biomateriałów i oceny ich właściwości.
-------	--

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

III.1. Wykład

Lp.	Treść
1.	Inżynieria biomedyczna – wprowadzenie i rys historyczny.
2.	Procesy transportu masy w organizmach żywych – systemy podawania leków.
3.	Odpowiedź organizmu na biomateriał, interakcje materiał-tkanki, odczyn zapalny.
4.	Biomateriały: podział, rodzaje, zastosowania.
5.	Metody wytwarzania wyrobów medycznych.
6.	Zastosowanie druku 3D do wytwarzania rusztowań tkankowych.
7.	Organy i tkanki do przeszczepów, podstawy transplantologii, przechowywanie organów, sztuczne narządy.
8.	Inżynieria tkanek ludzkich.
9.	Regulacje prawne w procesie dopuszczania wyrobów medycznych do obrotu.

III.2. Laboratorium

Lp.	Treść
1.	Konsultacje projektowe – opracowanie metodyki wytwarzania wybranego biomateriału o zadanych właściwościach.
2.	Laboratorium – otrzymanie materiału oraz analiza jego właściwości fizykochemicznych.
3.	Prezentacje otrzymanych wyników.

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu

Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
WIEDZA				
W1	K2_W09	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych osiągnięciach z zakresu inżynierii chemicznej i procesowej dotyczącą biomateriałów, technik obrazowania medycznego oraz wykorzystania technik inżynierii tkankowej.	EU, R/SPR, D/SEM
W2	K2_W03	I.P7S_WG.o III.P7S_WG P7U_W	Ma rozszerzoną wiedzę przydatną do zrozumienia podstaw fizycznych i chemicznych procesów w inżynierii chemicznej i procesowej, w tym inżynierii biomedycznej.	EU, R/SPR, D/SEM
UMIEJĘTNOŚCI				
U1	K2_U01	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Potrąfi pozyskiwać informacje z różnych źródeł; potrafi je interpretować a także wyciągać wnioski.	EU, R/SPR, D/SEM
U2	K2_U05	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Ma umiejętność planowania i prowadzenia badań w celu wytworzenia biomateriału, korzystać z przyrządów pomiarowych oraz interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.	EU, R/SPR, D/SEM

U3	K2_U05	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o P7U_U	Ma umiejętność planowania i prowadzenia badań w celu oceny cytotoksyczności materiału z zastosowaniem modelu <i>in vitro</i> oraz interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.	EU, R/SPR, D/SEM
U4	K2_U08	I.P7S_UO P7U_U	Umiejętność pracy w grupie.	R/SPR, D/SEM
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1	K2_K01	I.P7S_KK P7U_K	Rozumie potrzebę doksztalcania się.	K
*Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Monografia pod red. M. Nałęcza, Biocybernetyka i Inżynieria Biomedyczna, Akademicka Oficyna Wydawnicza Exit, Warszawa 2000. 2. R. Tadeusiewicz, Inżynieria biomedyczna, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2008. 3. D. Bronzino, Introduction to Biomedical Engineering, Academic Press, 2012. 	

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się		
Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów.	60
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	10
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	25
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	25
Sumaryczny nakład pracy studenta		120
Liczba punktów ECTS		4