

Załącznik nr 2 do uchwały nr 29/2021 Senatu Politechniki Rzeszowskiej  
Im. Ignacego Łukasiewicza z dnia 27.05.2021 r.

**Program studiów**

# **Inżynieria materiałowa**

**drugiego stopnia**

Profil studiów: ogólnoakademicki



## 1. Podstawowe informacje o kierunku

Nazwa kierunku studiów	<b>Inżynieria materiałowa</b>
Poziom studiów	<b>drugiego stopnia</b>
Profil studiów	<b>ogólnoakademicki</b>
Wskazanie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych lub dziedzin sztuki i dyscyplin artystycznych, do których został przyporządkowany kierunek studiów	<b>inżynieria materiałowa</b>
Liczba semestrów	studia stacjonarne: <b>3</b>
Specjalności realizowane na kierunku	Materiały żaroodporne i żarowytrzymałe Technologie kształtowania właściwości materiałów inżynierskich
Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów	<b>90</b>
Łączna liczba godzin zajęć	Materiały żaroodporne i żarowytrzymałe: <b>975</b> Technologie kształtowania właściwości materiałów inżynierskich: <b>975</b>
Wymagania wstępne - rekrutacja	wymagania corocznie określone przez Senat PRz
Po ukończeniu studiów absolwent uzyskuje tytuł zawodowy	magister inżynier

## 2. Efekty uczenia się

Symbol	Treść	Odniesienia do PRK
K_W01	Posiada rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z zakresu matematyki, informatyki i statystyki niezbędną do opisu zagadnień z zakresu procesów materiałowych oraz inżynierii materiałowej.	<b>P7S_WG</b>
K_W02	Posiada rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z fizyki i chemii pozwalającą na formułowanie i rozwiązywanie zagadnień technicznych dotyczących materiałów, technologii wytwarzania i przetwarzania w zakresie inżynierii materiałowej.	<b>P7S_WG</b>
K_W03	Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie mechaniki, wytrzymałości materiałów, termodynamiki pozwalającą na opracowanie modeli i zjawisk związanych z materiałami inżynierskimi.	<b>P7S_WG</b>
K_W04	Posiada wiedzę o właściwościach, metodach wytwarzania i badań oraz obszarach zastosowania materiałów inżynierskich.	<b>P7S_WG</b>
K_W05	Posiada uporządkowaną i obszerną wiedzę w zakresie krystalizacji, przeróbki plastycznej, obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej materiałów metalicznych.	<b>P7S_WG</b>
K_W06	Posiada rozszerzoną wiedzę z zakresu zarządzania jakością produktów, prowadzenia przedsięwzięć gospodarczych, organizacji pracy oraz ochrony prawnej własności intelektualnej w obszarze inżynierii materiałowej	<b>P7S_WK</b>
K_W07	Posiada rozszerzoną i pogłębioną wiedzę dotyczącą materiałów ceramicznych; technologii wytwarzania, badania mikrostruktury i właściwości oraz zastosowania.	<b>P7S_WG</b>
K_W08	Posiada rozszerzoną i pogłębioną wiedzę dotyczącą materiałów kompozytowych; metod wytwarzania, badania mikrostruktury i właściwości oraz zastosowania.	<b>P7S_WG</b>
K_W09	Posiada rozszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie inżynierii powierzchni; metod wytwarzania i oceny struktury oraz właściwości warstw powierzchniowych i zastosowania.	<b>P7S_WG</b>
K_W10	Posiada rozszerzoną wiedzę w zakresie dyscyplin powiązanych ze studiowanym kierunkiem, tj. gospodarki materiałowej oraz recyklingu materiałów.	<b>P7S_WG</b> <b>P7S_WK</b>
K_W11	Zna ogólne zasady tworzenia i rozwoju indywidualnej przedsiębiorczości, wykorzystując wiedzę z zakresu dziedzin nauki i dyscyplin naukowych właściwych dla wybranego kierunku studiów.	<b>P7S_WK</b>
K_U01	Potrafi poszukiwać informacji w literaturze i bazach danych, przeprowadzić analizę oraz wyciągać wnioski i formułować opinie wraz z uzasadnieniem.	<b>P7S_UW</b>
K_U02	Potrafi pracować w zespole oraz indywidualnie - realizuje zadania i osiąga cele zgodnie z harmonogramem prac.	<b>P7S_UO</b>
K_U03	Porozumiewa się środowisku zawodowym, także w języku obcym, poprawnie przedstawia zagadnienia w formie prezentacji ustnej, pisemnej i multimedialnej.	<b>P7S_UK</b>
K_U04	Ma umiejętność samokształcenia się celem podnoszenia kompetencji i kwalifikacji zawodowych.	<b>P7S_UU</b>
K_U05	Potrafi zastosować komputerowe programy symulacyjne do prac projektowych i badawczych w obszarze inżynierii materiałowej oraz zinterpretować ich wyniki i wyciągnąć wnioski.	<b>P7S_UW</b>
K_U06	Potrafi zaplanować, przygotować i przeprowadzić badania materiałów inżynierskich, dokonać analizy wyników oraz sformułować wnioski.	<b>P7S_UW</b>
K_U07	Jest przygotowany do pracy w przemyśle, stosuje zasady BHP oraz ergonomii.	<b>P7S_UW</b>

K_U08	Potrafi przeprowadzić analizę podejmowanych zadań i prac projektowych z zakresu inżynierii materiałowej.	<b>P7S_UW</b>
K_U09	Potrafi zaplanować warunki procesów technologicznych, diagnozować nieprawidłowości i planować działania korekcyjne oraz zapobiegawcze w procesach technologicznych z obszaru inżynierii materiałowej.	<b>P7S_UW</b>
K_U10	Potrafi opracować specyfikację, dobrać urządzenia oraz dokonać wstępnej analizy ekonomicznej podejmowanych działań.	<b>P7S_UW</b>
K_U11	Potrafi ocenić przydatność i zastosować odpowiednie metody i narzędzia służące rozwiązaniu zadań inżynierskich z zakresu inżynierii materiałowej.	<b>P7S_UW</b>
K_K01	Rozumie potrzebę doksztalcenia się oraz podnoszenia kompetencji oraz kwalifikacji zawodowych i osobistych, potrafi inspirować i organizować proces uczenia innych osób.	<b>P7S_KK</b>
K_K02	Posiada świadomość ekologiczną i ochrony środowiska skutków działalności inżynierskiej, dostrzega wpływ przemysłu na środowisko naturalne.	<b>P7S_KO</b>
K_K03	Ma świadomość zachowań profesjonalnych i etyki zawodowej. Potrafi współdziałać i pracować w zespole przyjmując w niej różne role.	<b>P7S_KR</b>
K_K04	Potrafi określić zadania, cele, priorytety realizacji zadania dla zespołu lub pracy samodzielnej.	<b>P7S_KO</b>
K_K05	Prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykonywaniem zawodu.	<b>P7S_KR</b>
K_K06	Potrafi myśleć w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	<b>P7S_KO</b>
K_K07	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.	<b>P7S_KK</b>

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

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

#### 3.1. Materiały żaroodporne i żarowytrzymałe

##### 3.1.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	39 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	55 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	7 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	46 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	4 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	15 godz.

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=I&TK=html&S=639&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

##### 3.1.2. Plan studiów

Semest r	Jedn .	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminari um	Suma godzi n	Punkty ECTS	Egzami n	Oblig .
1	DJ	Język obcy 1	0	30	0	0	30	2	N	

1	MC	Komputerowe wspomaganie doboru (CAMS) i projektowania materiałów (CAMD)	15	0	30	0	45	3	N	
1	MC	Metody badań materiałów i powłok	15	0	15	0	30	3	N	
1	MO	Planowanie eksperymentu i analiza wyników	15	0	30	0	45	5	T	
1	MC	Symulacja numeryczna procesów technologicznych	15	0	30	0	45	3	N	
1	MC	Technologie kształtowania właściwości materiałów	15	15	0	0	30	3	N	🚩
1	MC	Teoria dyfuzji	30	30	0	0	60	5	T	
1	MC	Termodynamika przemian fazowych	30	15	0	0	45	3	N	
1	DL	Wychowanie Fizyczne	0	15	0	0	15	0	N	
1	MC	Zaawansowane procesy wytwarzania warstwy wierzchniej	15	0	15	0	30	3	N	
<b>Sumy za semestr: 1</b>			<b>150</b>	<b>105</b>	<b>120</b>	<b>0</b>	<b>375</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
2	MC	Fizykochemia powierzchni	30	30	0	0	60	5	T	
2	MC	Historia techniki	30	0	0	0	30	2	N	
2	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	
2	MC	Metody Rapid Prototyping w odlewnictwie	30	0	30	0	60	5	T	
2	MC	Organizacja produkcji w inżynierii materiałowej	30	30	0	0	60	4	T	
2	MC	Sieci komputerowe w inżynierii materiałowej	15	0	30	0	45	4	N	
2	MC	Technologie rdzeni odlewniczych	30	0	15	0	45	3	N	
2	MC	Zaawansowane metody badań ceramicznych materiałów do wytwarzania form odlewniczych	15	0	30	0	45	5	T	
<b>Sumy za semestr: 2</b>			<b>180</b>	<b>90</b>	<b>105</b>	<b>0</b>	<b>375</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	<b>0</b>
3	MC	Gospodarka materiałowa i recykling materiałów	30	30	0	0	60	2	N	
3	MX	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	20	N	
3	MC	Seminarium dyplomowe	0	0	0	30	30	1	N	
3	MC	Technologia form odlewniczych	30	0	15	0	45	3	N	
3	MC	Zaawansowane metody oceny doskonałości struktury i mikrostruktury odlewów	30	0	30	0	60	3	N	
3	MC	Zarządzanie projektami inżynierskimi i badawczorozwojowymi	30	0	0	0	30	1	N	
<b>Sumy za semestr: 3</b>			<b>120</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>30</b>	<b>225</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b>			<b>450</b>	<b>225</b>	<b>270</b>	<b>30</b>	<b>975</b>	<b>90</b>	<b>6</b>	<b>1</b>

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

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	4
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	0
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	godz.

Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	18
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	godz.

### 3.1.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	2 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	25 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	11
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	5
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	35 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	1
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji /raportu oraz przygotowanie do prezentacji	0 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	7
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	56 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=I&TK=html&S=639&C=2021>

### 3.1.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=I&TK=html&S=639&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

Fizykochemia powierzchni	K_W02, K_W04, K_W09, K_U01, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Charakterystyka procesów elektrochemicznych przebiegających na powierzchni ciał stałych</li> <li>Najważniejsze mechanizmy korozji metali.</li> <li>Procesy korozji metali i stopów</li> <li>Metody ochrony metali przed korozją</li> <li>Budowa powierzchni ciała stałego, adsorpcja fizyczna i chemiczna.</li> <li>Napięcie powierzchniowe i energia powierzchniowa, zwilżalność powierzchni.</li> </ul>	
Gospodarka materiałowa i recykling materiałów	K_W10, K_W11, K_U01, K_U02, K_U03, K_K02, K_K04, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>Istota i znaczenie gospodarki materiałowej na tle logistyki przedsiębiorstwa</li> <li>Cykl życia produktu, wprowadzanie nowego produktu na rynek, techniczne przygotowanie procesu produkcji</li> <li>Organizacja procesu produkcji</li> <li>Planowanie potrzeb materiałowych</li> <li>Zarządzanie procesami zakupu w przedsiębiorstwie</li> <li>Znaczenie procesów recyklingu w gospodarce i ochronie środowiska</li> <li>Przemysłowe procesy recyklingu materiałów metalicznych i niemetalicznych</li> <li>Nowoczesne metody planowania i sterowania przepływami produkcji</li> <li>Gospodarka magazynowa: funkcjonowanie magazynów, wyposażenie magazynów, technologie i metody magazynowania, zagospodarowanie przestrzeni magazynowej, przechwalnictwo towarów, wydajność i koszty magazynowania, zadania magazynów w systemie logistycznym</li> </ul>	
Komputerowe wspomaganie doboru (CAMS) i projektowania materiałów (CAMD)	K_W01, K_U01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie: Metodyka projektowania materiałów (bottom-up i top-down), Komputerowo Zintegrowane Wytwarzanie (CIM). Podział materiałów inżynierskich.</li> <li>Właściwości ogólne - gęstość, cena, postać</li> <li>Właściwości sprężyste i naprężenia w materiałach. Plastyczność, kruche pękanie i wytrzymałość, pełzanie, wytrzymałość zmęczeniowa – podstawy teoretyczne zjawisk i przykłady projektowania.</li> <li>Odporność materiałów na korozję i zużycie – metody zwiększania odporności.</li> <li>Właściwości mechaniczne - Plastyczność</li> <li>Zajęcia komputerowe z wykorzystaniem programu CES Edu Pack: rozwiązywanie problemów w zakresie doboru i projektowania materiałów o określonych właściwościach mechanicznych, elektrycznych, optycznych i magnetycznych.</li> <li>Analiza czynników decydujących o doborze materiałów inżynierskich.</li> <li>Przygotowywanie i analiza diagramów Ashby'ego.</li> <li>Podstawy projektowania technologii metali i ceramiki: krystalizacja ze stopu, krystalizacja w układach wieloskładnikowych-wielofazowych, krystalizacja z fazy gazowej, spiekanie – projektowanie mikrostruktury.</li> </ul>	
Metody badań materiałów i powłok	K_W02, K_W04, K_W06, K_U09, K_U11

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Próba zmęczenia niskocyklowego – metodyka badań i analiza wyników próby. Wyznaczanie stałych równań Mansona-Coffina-Basquina oraz Ramberga-Osgooda</li> <li>• Próba zmęczenia wysokocyklowego – metodyka badań i analiza wyników próby, wyznaczenie wytrzymałości zmęczeniowej, opracowanie wykresów zmęczeniowych dla zakresu dużej liczby cykli</li> <li>• Próba zmęczenia wysokocyklowego – określenie szybkości propagacji pęknięcia zmęczeniowego</li> <li>• Próba pełzania i relaksacji – metodyka badań, metody określania wielkości charakteryzujących właściwości stopu w warunkach pełzania (parametr Sherby'ego-Dorna, Larsona-Millera)</li> <li>• Próby pełzania-zmęczenia – sposoby charakteryzacji właściwości materiału w warunkach sprzężenia efektów pełzania i zmęczenia.</li> <li>• Optyczne metody pomiaru wielkości cząstek stałych.</li> </ul>	
Metody Rapid Prototyping w odlewnictwie	K_W01, K_W04, K_U01, K_U11
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Student zna metody projektowania 3D-CAD dedykowanego dla przyrostowych systemów wytwórczych</li> <li>• Student potrafi przeprowadzić obróbkę danych modelu 3D-CAD i przygotować dane do procesu wytwórczego</li> <li>• Student potrafi posługiwać się wybranym systemem przyrostowego wytwarzania prototypów</li> <li>• Student potrafi wykonać prototyp z zastosowaniem pośredniej metody prototypowania</li> <li>• Student potrafi przeprowadzić proces postprocessingu i obróbki wykończeniowej na prototypie</li> <li>• Student poznaje metody modelowania i obróbki danych dla procesu szybkiego prototypowania wyrobów śledząc uważnie treści wykładu</li> <li>• Student poznaje metody i sposoby obróbki danych w procesie RP śledząc uważnie treść wykładu, zadaje pytania w celu uzyskania dodatkowych informacji</li> <li>• Student poznaje nowoczesne metody RP sposoby wykonywania modeli fizycznych oraz możliwości zastosowania praktycznego prototypów</li> </ul>	
Organizacja produkcji w inżynierii materiałowej	K_W06, K_U02, K_U07, K_U08, K_U10, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• System organizacyjny: hierarchia i podział władzy, rozdział zadań i obowiązków, system informacji i komunikacji</li> <li>• Schematy organizacyjne przedsiębiorstwa o strukturze funkcjonalnej i macierzowej</li> <li>• Procesy produkcyjne w inżynierii materiałowej, elementy składowe, klasyfikacje, typy produkcji, cykl produkcyjny</li> <li>• Formy organizacji produkcji</li> <li>• Zarządzanie potencjałem społecznym w organizacji</li> <li>• Planowanie zatrudnienia, rekrutacja i selekcja kadr</li> <li>• System zarządzania zgodny z wymaganiami jednostek akredytujących (polskich i międzynarodowych)</li> <li>• Opracowanie przykładowych schematów organizacyjnych</li> <li>• Opracowanie przykładowych procesów produkcyjnych</li> <li>• Aktywne poszukiwanie pracy, Curriculum Vitae, autoprezentacja, rozmowa kwalifikacyjna</li> <li>• Opracowanie przykładowego systemu zarządzania zgodnego z wymaganiami międzynarodowymi</li> </ul>	
Planowanie eksperymentu i analiza wyników	K_W01, K_U01, K_U06, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Przygotowanie badań doświadczalnych. Metody badawcze i modele.</li> <li>• Podstawowe pojęcia stosowane w planowaniu doświadczeń.</li> <li>• Obiekt badań i funkcja obiektu badań. Analiza czynników wpływających na obiekt badań.</li> <li>• Charakterystyki zmiennej losowej i jej przykładowe rozkłady.</li> <li>• Miary zmienności. Idea testowania hipotez statystycznych.</li> <li>• Klasyfikacja planów eksperymentu i ogólna charakterystyka wybranych planów.</li> <li>• Podstawy analizy wyników. Regresja liniowa, prosta regresji, przedział ufności prostej regresji. Regresja krzywoliniowa.</li> <li>• Zasady pracy w środowisku obliczeniowym zorientowanym na obliczenia statystyczne.</li> <li>• Obliczanie miar zmienności wyników pomiarów.</li> <li>• Obliczanie rozkładów częstości występowania danej wartości zmiennej.</li> <li>• Badanie korelacji danych.</li> <li>• Określanie postaci i obliczanie współczynników równań empirycznych dla modeli liniowych.</li> <li>• Określanie postaci i obliczanie współczynników równań empirycznych dla wybranych modeli funkcji nieliniowych.</li> <li>• Obliczanie modelu funkcji regresji wielorakiej oraz współczynnika regresji wielorakiej.</li> <li>• Analiza resztek wyników pomiarów.</li> <li>• Opracowanie modeli i porównanie wyników interpolacji i aproksymacji wielomianowej pomiarów.</li> <li>• Zaliczenie laboratorium.</li> </ul>	
Seminarium dyplomowe	K_U01, K_U05, K_K01, K_K06, K_K07
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminarium w zakresie tematyki indywidualnych prac dyplomowych</li> </ul>	
Sieci komputerowe w inżynierii materiałowej	K_W01, K_U01, K_U05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe definicje oraz zapoznanie z elementami informatyki - arytmetyka komputerowa oraz algorytmika. Operatory oraz zapis programu za pomocą pseudo kodu. Podstawowe struktury danych</li> <li>• Podstawowe metody zapisu algorytmów - metoda dziel i zwyciężaj, algorytmy zachłanne</li> <li>• Przedstawienie oraz wykorzystywanie algorytmów genetycznych w optymalizacji zagadnień</li> <li>• Zapoznanie studenta z zagadnieniami sztucznej inteligencji</li> <li>• Przedstawienie oraz wykorzystywanie sztucznych sieci neuronowych w optymalizacji oraz rozwiązywaniu zagadnień technologicznych</li> <li>• Wykonanie prostych obliczeń wykorzystując VBA - metoda Darkena do opisu procesu dyfuzji.</li> <li>• Wykonanie i zasymulowanie prostego zagadnienia optymalizacyjnego za pomocą algorytmu genetycznego - SGA</li> <li>• Wykonanie i zasymulowanie prostego zagadnienia optymalizacyjnego za pomocą sieci neuronowych</li> </ul>	
Symulacja numeryczna procesów technologicznych	K_W01, K_W05, K_U01, K_U05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wybrane zagadnienia z algebry liniowej. Algebra macierzy. Rozwiązywanie układów równań liniowych. Rozwiązywanie równań nieliniowych. Zagadnienia numerycznego rachunku różniczkowego i całkowego. Ilorazy różniczkowe, metody Eulera. Metody numerycznego rozwiązywania problemów początkowo-brzegowych i brzegowych. Metoda różnic skończonych.</li> <li>• Podstawowe definicje oraz zapoznanie z metodami optymalizacji</li> <li>• Definicja metody odwrotnej oraz jej wykorzystanie w inżynierii materiałowej</li> <li>• Modelowanie fenomenologiczne. Przykład zamodelowania metody Darkena.</li> <li>• Student zaprojektuje oraz zasymuluje materiał na odporny na korozję</li> <li>• Student zaprojektuje i zasymuluje materiał gradientowy.</li> <li>• Student zaprojektuje i zasymuluje materiał na koło zębate - nawęglanie</li> </ul>	
Technologia form odlewniczych	K_W04, K_W07, K_U01, K_U09, K_U10
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metody wykonania form odlewniczych</li> <li>• Materiały i masy formierskie</li> <li>• Materiały i masy formierskie na formy ceramiczne</li> <li>• Projektowanie technologii odlewów</li> <li>• Projektowanie technologii form</li> <li>• Automatyzacja wykonania form i odlewów</li> <li>• Projektowanie technologii odlewów staliwnych, żeliwnych i z metali nieżelaznych</li> <li>• Projektowanie technologii form piaskowych i kokili</li> <li>• Projektowanie technologii odlewów precyzyjnych</li> <li>• Projektowanie technologii form ceramicznych</li> <li>• Badanie parametrów cieplnych i właściwości fizycznych form ceramicznych</li> <li>• Badanie właściwości mechanicznych form ceramicznych</li> </ul>	
Technologie kształtowania właściwości materiałów	K_W04, K_W08, K_U01, K_U08, K_U10, K_U11, K_K05

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nowoczesne technologie topienia, przetapiania i rafinacji stopów żelaza i metali nieżelaznych</li> <li>• Technologia tytanu i jego stopów</li> <li>• Wytwarzanie materiałów metalicznych z udziałem faz międzymetalicznych</li> <li>• Wytwarzanie materiałów inżynierskich metodami przyrostowymi</li> <li>• Topienie, przetapianie i rafinacja stopów żelaza i metali nieżelaznych</li> <li>• Wytwarzanie tytanu i jego stopów</li> <li>• Przyrostowe technologie wytwarzania - additive manufacturing</li> <li>• Wytwarzanie materiałów z udziałem faz międzymetalicznych z układu Ti-Al, Ni-Al, Fe-Al</li> </ul>	
Technologie rdzeni odlewniczych	K_W04, K_W07, K_U01, K_U09, K_U10
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rodzaje i metody wytwarzania rdzeni</li> <li>• Materiały na rdzenie ceramiczne</li> <li>• Materiały na rdzenie w metodzie wytapianych modeli</li> <li>• Opracowywanie technologii rdzeni</li> <li>• Automatyzacja wytwarzania rdzeni</li> <li>• Rodzaje rdzeni odlewniczych i metody ich wytwarzania</li> <li>• Charakterystyka materiałów na rdzenie odlewnicze</li> <li>• Charakterystyka materiałów na rdzenie odlewnicze w metodzie wytapianych modeli</li> <li>• Projektowanie geometrii rdzeni odlewniczych w zależności od rodzaju materiału i technologii odlewania</li> </ul>	
Teoria dyfuzji	K_W02, K_U01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ewolucja fizykochemii ciała stałego: Einstein, Darken</li> <li>• Mechanizmy dyfuzji, dyfuzja samoistna, prawa Ficka, strumień Nernsta-Plancka, relacja Nernsta-Einsteina</li> <li>• Równanie dyfuzji, a prawo zachowania masy, drogi szybkiej dyfuzji</li> <li>• Dyfuzja wzajemna w roztworach stałych, efekt Kirkendalla, metoda Darkena i metody dla układów wieloskładnikowych, przykłady</li> <li>• Reaktywność ciał stałych, modele reakcji heterogenicznych</li> <li>• Mechano-chemia, prawa zachowania, równania ciągłości objętości</li> <li>• Reakcje chemiczne w wielofazowych układach wieloskładnikowych</li> <li>• Samodyfuzja, obliczenia współczynników dyfuzji</li> <li>• Efekt Kirkendalla (metoda Darkena zastosowana do roztworów dwu i wieloskładnikowych)</li> <li>• Wyznaczanie profili stężeń w układach dwu i wieloskładnikowych</li> <li>• Wyznaczanie kolejności powstawania zgorzeliny wielofazowej</li> </ul>	
Termodynamika przemian fazowych	K_W02, K_W03, K_U01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Najważniejsze definicje i idee termodynamiki, w tym: układ i rodzaje układów, otoczenie, stan układu, funkcje i parametry stanu (podział pomiędzy wielkości ekstensywne i intensywne), czynnik termodynamiczny, równowaga, proces termodynamiczny (stacjonarny i niestacjonarny, odwracalny i nieodwracalny, samorzutny i niesamorzutny).</li> <li>• Metodologia rozwiązywania problemów i projektowania w termodynamice.</li> <li>• Energia wewnętrzna i I zasada termodynamiki.</li> <li>• Sposoby wymiany energii: praca objętościowa, transport ciepła (przewodzenie, promieniowanie, konwekcja).</li> <li>• Energia wewnętrzna jako funkcja stanu. Różniczka zupełna.</li> <li>• Energia wewnętrzna i ciepło właściwe gazów doskonałych.</li> <li>• I zasada termodynamiki dla układu izolowanego, zamkniętego i otwartego.</li> <li>• Stacjonarny transport masy.</li> <li>• Entalpia.</li> <li>• Entropia, II zasada termodynamiki. Bilans entropii w układach zamkniętych i otwartych.</li> <li>• Rozwiązywanie problemów i pogłębianie wiedzy na podstawie przykładów w zakresie: Kinetyczna teoria gazów, temperatura i ciśnienie.</li> <li>• Pierwsza zasada termodynamiki, bilans masy i energii w układach otwartych.</li> <li>• Przemiany gazów doskonałych: adiabatyczna, izobaryczna, izotermiczna, izochoryczna i politropowa – obliczenia pracy, ciepła, zmiany energii wewnętrznej i entalpii.</li> <li>• Entropia: entropia gazu doskonałego, entropia pary wodnej. Zmiana entropii w przemianach termodynamicznych.</li> <li>• Druga zasada termodynamiki.</li> </ul>	
Wychowanie Fizyczne	K_K01, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta.</li> <li>• Stosowanie określonych umiejętności ruchowych w wybranych formach fitness lub sportowych grach zespołowych. Gra treningowa i gra właściwa w piłkę nożną, piłkę siatkową, koszykówkę lub inne gry zespołowe według wyboru studentów. Dla studentów realizujących zajęcia na pływalni nauka lub doskonalenie pływania różnymi stylami.</li> <li>• Dla studentów posiadających zwolnienie lekarskie: usprawnienie ruchowe - indywidualne zestawy ćwiczeń wg. zaleceń lekarza lub fizjoterapeuty.</li> </ul>	
Zaawansowane metody badań ceramicznych materiałów do wytwarzania form odlewniczych	K_W04, K_W06, K_W07, K_U01, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metody badawcze a struktura materii</li> <li>• Metody doświadczalne dyfrakcji rentgenowskiej, Rentgenowska analiza fazowa</li> <li>• Absorpcyjna spektroskopia w podczerwieni. Spektroskopia efektu Ramana</li> <li>• Analiza termiczna w badaniu materiałów ceramicznych</li> <li>• Skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM)</li> <li>• Transmisyjna mikroskopia elektronowa (TEM)</li> <li>• Mikroskopia elektronowa – metody analityczne (EDX, WDS)</li> <li>• Mikroskopia sił atomowych (AFM)</li> <li>• Prezentacja wszystkich pracowni i zapoznanie z przepisami BHP</li> <li>• Dyfraktometria proszkowa – przygotowanie próbek i zapoznanie z wykorzystywanym oprogramowaniem</li> <li>• Rentgenowska Analiza Fazowa Jakościowa</li> <li>• Rentgenowska Analiza Fazowa Ilościowa</li> <li>• Obliczenia strukturalne: wielkość kryształitów i parametry komórki elementarnej</li> <li>• Budowa i działanie spektrometrów IR i Ramana</li> <li>• Metody i techniki pomiarowe spektroskopii oscylacyjnej</li> <li>• Preparatyka próbek w spektroskopii i rejestracja widm</li> <li>• Interpretacja i analiza widm oscylacyjnych</li> <li>• Możliwości pomiarowe zestawu do badań termofizycznych materiałów ceramicznych. Wyznaczanie podstawowych parametrów termodynamicznych wybranego materiału</li> <li>• Wyznaczanie przewodnictwa cieplnego wybranych materiałów</li> <li>• Skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM) i transmisyjna mikroskopia elektronowa (TEM) – możliwości badawcze</li> <li>• Mikroskopia elektronowa – zastosowanie metod analitycznych (EDX, WDS)</li> <li>• Mikroskopia sił atomowych (AFM) badanie topografii powierzchni wybranych materiałów</li> <li>• Zajęcia zaliczeniowe</li> </ul>	
Zaawansowane metody oceny doskonałości struktury i mikrostruktury odlewów	K_W04, K_W06, K_U01, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakterystyka nadstopów stosowanych na odlewy monokrystaliczne</li> <li>• Metody i urządzenia do wytwarzania odlewów monokrystalicznych</li> <li>• Określanie orientacji krystalicznej monokryształów (metoda Lauego, topografia rentgenowska, mikroskopia elektronowa)</li> <li>• Określanie orientacji krystalicznej mikroobszarów</li> <li>• Badanie właściwości fizycznych i mechanicznych nadstopów niklu i kobaltu</li> <li>• Wpływ parametrów wytwarzania na mikrostrukturę dendrytyczną odlewów monokrystalicznych</li> <li>• Określanie orientacji krystalicznej odlewów monokrystalicznych metodami rentgenowskimi.</li> <li>• Określanie orientacji mikroobszarów metodą Aulaytnera</li> </ul>	
Zaawansowane procesy wytwarzania warstwy wierzchniej	K_W03, K_W04, K_W09, K_U01, K_U08, K_U10, K_K05



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wytwarzanie warstw żaroodpornych metodą CVD.</li> <li>• Określenie wpływu parametrów procesu na mikrostrukturę warstw aluminiokowych metodą CVD.</li> <li>• Technologia azotowania wspomaganego jarzeniowego.</li> <li>• Technologia laserowa w inżynierii powierzchni.</li> <li>• Wytwarzanie warstw ochronnych metodami PVD.</li> <li>• Wytwarzanie warstw polimerowych hydrofobowych i hydrofilowych.</li> <li>• Podstawy natryskiwania metodą "Cold Spray".</li> <li>• Wytwarzanie warstw twardych na narzędzia skrawające metodami CVD</li> <li>• Zaawansowana technologia azotowania wspomaganego jarzeniowego.</li> <li>• Wytwarzanie powłok twardych metodami PVD.</li> <li>• Wytwarzanie powłok metodą gazodynamiczną "Cold Spray".</li> <li>• Wytwarzanie warstw i powłok metodami laserowymi.</li> <li>• Wytwarzanie warstw polimerowych do zastosowań biomedycznych.</li> </ul>	
Zarządzanie projektami inżynierskimi i badawczo-rozwojowymi	K_W01, K_W05, K_W09
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Przypomnienie podstawowych wiadomości z zakresu rozwiązywania układów równań, różniczkowania i całkowania.</li> <li>• Nawęglanie kół zębatach - matematyczne metody oraz optymalizacja procesu LPC</li> <li>• Matematyczne rozwiązanie problemu dyfuzji reakcyjnej w układach potrójnych.</li> <li>• Matematyczne rozwiązanie problemu dyfuzji w polu elektrycznym</li> <li>• Zapisanie programu komputerowego - dla procesu dyfuzji.</li> </ul>	

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

<b>3.2.</b> łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	ECTS
--	------

### Technologie kształtowania właściwości materiałów inżynierskich

#### 3.2.1. Parametry planu studiów

Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	15 godz.
--	----------

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=I&TK=html&S=640&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

#### 3.2.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminariu m	Suma godzi n	Punkty ECTS	Egzami n	Oblig .
1	DJ	Język obcy 1	0	30	0	0	30	2	N	
1	MC	Komputerowe wspomaganie doboru (CAMS) i projektowania materiałów (CAMD)	15	0	30	0	45	3	N	
1	MC	Metody badań materiałów i powłok	15	0	15	0	30	3	N	
1	MO	Planowanie eksperymentu i analiza wyników	15	0	30	0	45	5	T	
1	MC	Symulacja numeryczna procesów technologicznych	15	0	30	0	45	3	N	
1	MC	Technologie kształtowania właściwości materiałów	15	15	0	0	30	3	N	
1	MC	Teoria dyfuzji	30	30	0	0	60	5	T	
1	MC	Termodynamika przemian fazowych	30	15	0	0	45	3	N	
1	DL	Wychowanie Fizyczne	0	15	0	0	15	0	N	
1	MC	Zaawansowane procesy wytwarzania warstwy wierzchniej	15	0	15	0	30	3	N	
<b>Sumy za semestr: 1</b>			<b>150</b>	<b>105</b>	<b>120</b>	<b>0</b>	<b>375</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
2	MC	Fizykochemia powierzchni	30	30	0	0	60	5	T	
2	MC	Historia techniki	30	0	0	0	30	2	N	
2	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	
2	MC	Kształtowanie mikrostruktury i właściwości materiałów	30	0	30	0	60	5	T	
2	MC	Nanotechnologie i nanomateriały	15	0	15	0	30	3	N	
2	ML	Odkształcanie i pękanie	30	30	0	0	60	5	N	
2	MC	Organizacja produkcji w inżynierii materiałowej	30	30	0	0	60	4	T	
2	MC	Sieci komputerowe w inżynierii materiałowej	15	0	30	0	45	4	N	
<b>Sumy za semestr: 2</b>			<b>180</b>	<b>120</b>	<b>75</b>	<b>0</b>	<b>375</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>

3	MC	Gospodarka materiałowa i recykling materiałów	30	30	0	0	60	2	N	
3	MC	Metody badań materiałów i powłok 2	30	0	15	0	45	3	N	
3	MX	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	20	N	
3	MC	Seminarium dyplomowe	0	0	0	30	30	1	N	
3	MC	Zaawansowane procesy wytwarzania warstwy wierzchniej 2	30	0	30	0	60	3	T	
3	MC	Zarządzanie projektami inżynierskimi i badawczorozwojowymi	30	0	0	0	30	1	N	
<b>Sumy za semestr: 3</b>			<b>120</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>30</b>	<b>225</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b>										
			<b>450</b>	<b>255</b>	<b>240</b>	<b>30</b>	<b>975</b>	<b>90</b>	<b>6</b>	<b>1</b>

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

### 3.2.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Fizykochemia powierzchni	K_W02, K_W04, K_W09, K_U01, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakterystyka procesów elektrochemicznych przebiegających na powierzchni ciał stałych</li> <li>• Najważniejsze mechanizmy korozji metali.</li> <li>• Procesy korozji metali i stopów</li> <li>• Metody ochrony metali przed korozją</li> <li>• Budowa powierzchni ciała stałego, adsorpcja fizyczna i chemiczna.</li> <li>• Napięcie powierzchniowe i energia powierzchniowa, zwilżalność powierzchni.</li> </ul>	
Gospodarka materiałowa i recykling materiałów	K_W10, K_W11, K_U01, K_U02, K_U03, K_K02, K_K04, K_K05

• Istota i znaczenie gospodarki materiałowej na tle logistyki przedsiębiorstwa • Cykl życia produktu, wprowadzanie nowego produktu na rynek, techniczne przygotowanie procesu produkcji • Organizacja procesu produkcji • Planowanie potrzeb materiałowych • Zarządzanie procesami zakupu w przedsiębiorstwie • Znaczenie procesów recyklingu w gospodarce i ochronie środowiska • Przemysłowe procesy recyklingu materiałów metalicznych i niemetalicznych • Nowoczesne metody planowania i sterowania przepływami produkcji • Gospodarka magazynowa: funkcjonowanie magazynów, wyposażenie magazynów, technologie i metody magazynowania, zagospodarowanie przestrzeni magazynowej, przechowalność towarów, wydajność i

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	3
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	0
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	8 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	0 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	112 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	18
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	14 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	2 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	35 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	10
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	6
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	44 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	1
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji /raportu oraz przygotowanie do prezentacji	0 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	7
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	59 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=I&TK=html&S=640&C=2021>

### 3.2.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=I&TK=html&S=640&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

koszty magazynowania, zadania magazynów w systemie logistycznym	
Komputerowe wspomaganie doboru (CAMS) i projektowania materiałów (CAMD)	K_W01, K_U01
<p>• Wprowadzenie: Metodyka projektowania materiałów (bottom-up i top-down), Komputerowo Zintegrowane Wytwarzanie (CIM). Podział materiałów inżynierskich. • Właściwości ogólne - gęstość, cena, postać • Właściwości sprężyste i naprężenia w materiałach. Plastyczność, kruche pękanie i wytrzymałość, pełzanie, wytrzymałość zmęczeniowa – podstawy teoretyczne zjawisk i przykłady projektowania. • Odporność materiałów na korozję i zużycie – metody zwiększania odporności. • Właściwości mechaniczne - Plastyczność • Zajęcia komputerowe z wykorzystaniem programu CES Edu Pack: rozwiązywanie problemów w zakresie doboru i projektowania materiałów o określonych właściwościach mechanicznych, elektrycznych, optycznych i magnetycznych. • Analiza czynników decydujących o doborze materiałów inżynierskich. • Przygotowywanie i analiza diagramów Ashby'ego. • Podstawy projektowania technologii metali i ceramiki: krystalizacja ze stopu, krystalizacja w układach wielokładnikowych-wielofazowych, krystalizacja z fazy gazowej, spiekanie – projektowanie mikrostruktury.</p>	
Kształtowanie mikrostruktury i właściwości materiałów	K_W04, K_W05, K_W08, K_U01

<ul style="list-style-type: none"> <li>Charakterystyka podstawowych grup materiałów inżynierskich</li> <li>Zależność między składem chemicznym, procesem wytwarzania, strukturą i właściwościami</li> <li>Metody kształtowania mikrostruktury materiałów inżynierskich (odlewnictwo, przeróbka plastyczna, technologia spieków i techniki specjalne - stosowane głównie w produkcji kompozytów)</li> <li>Kształtowanie składu fazowego i właściwości stopów metali w procesach obróbki cieplnej</li> <li>Kształtowanie mikrostruktury i właściwości materiałów metalicznych w procesach obróbki plastycznej i cieplno-plastycznej</li> <li>Kształtowanie mikrostruktury i właściwości materiałów inżynierskich w procesach obróbki cieplno-chemicznej</li> <li>Metody badań składników fazowych mikrostruktury</li> <li>Kształtowanie składu fazowego i właściwości stopów metali w procesach obróbki cieplnej</li> <li>Procesy wydzielania cząstek faz umacniających z przesyconych stopów metali - badania kalorymetryczne</li> <li>Kształtowanie właściwości materiałów metalicznych w procesach obróbki plastycznej</li> <li>Kształtowanie właściwości materiałów inżynierskich w procesach obróbki cieplno-chemicznej</li> <li>Budowa i właściwości materiałów kompozytowych, ceramicznych i polimerowych</li> </ul>	K_W02, K_W04, K_W06, K_U09, K_U11
<ul style="list-style-type: none"> <li>Próba zmęczenia niskocyklowego - metodyka badań i analiza wyników próby. Wyznaczanie stałych równań Mansona-Coffina-Basquina oraz Ramberga-Osgooda</li> <li>Próba zmęczenia wysokocyklowego - metodyka badań i analiza wyników próby, wyznaczanie wytrzymałości zmęczeniowej, opracowanie wykresów zmęczeniowych dla zakresu dużej liczby cykli</li> <li>Próba zmęczenia wysokocyklowego - określenie szybkości propagacji pęknięcia zmęczeniowego</li> <li>Próba pełzania i relaksacji - metodyka badań, metody określania wielkości charakteryzujących właściwości stopu w warunkach pełzania (parametr Sherby'ego-Dorna, Larsona-Millera)</li> <li>Próby pełzania-zmęczenia - sposoby charakteryzacji właściwości materiału w warunkach sprzężenia efektów pełzania i zmęczenia</li> <li>Optyczne metody pomiaru wielkości cząstek stałych</li> </ul>	K_W04, K_W06, K_W09, K_U01, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> <li>Metody badań grubości warstw i powłok</li> <li>Metody określania przyczepności warstw i powłok</li> <li>Metody analizy składu fazowego warstw i powłok</li> <li>Metody badań naprężeń własnych warstw i powłok</li> <li>Metody analizy składu chemicznego warstw i powłok</li> <li>Zaawansowane metody badań struktury geometrycznej warstw i powłok</li> <li>Metody badań defektoskopowych nieniszczących warstw i powłok</li> <li>Określenie grubości warstw i powłok</li> <li>Określenie przyczepności warstw i powłok</li> <li>Określenie składu fazowego warstw i powłok</li> <li>Wyznaczanie naprężeń własnych w powłokach</li> <li>Wyznaczanie wielkości ziaren materiału powłoki</li> <li>Określenie odporności erozyjnej warstw i powłok</li> <li>Analiza składu chemicznego warstw i powłok</li> </ul>	K_W04, K_W08, K_U01, K_U08, K_U10, K_U11, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>Struktura i właściwości nanomateriałów</li> <li>Metody wytwarzania nanometali</li> <li>Metody wytwarzania i właściwości nanoproszków</li> <li>Technologia i właściwości nanokompozytów</li> <li>Właściwości nanomateriałów - charakteryzacja</li> <li>Nanometale-wytwarzanie i właściwości</li> <li>Nanokompozyty- wytwarzanie i właściwości</li> <li>Nanoproszki - wytwarzanie i właściwości</li> </ul>	K_W03, K_W05, K_U01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wiadomości wstępne w zakresie zmęczenia materiałów, pękanie materiałów konstrukcyjnych</li> <li>Pojęcie ograniczonej i nieograniczonej trwałości zmęczeniowej. Określenie trwałości zmęczeniowej - wykres Wohlera. Zmęczenie w ujęciu statystycznym</li> <li>Określenie trwałości zmęczeniowej dla niesymetrycznej historii obciążenia. Wykresy Smitha i Higha. Korekcja naprężeń średnich. Metody Godmana i Gerbera</li> <li>Podstawowe czynniki wpływające na trwałość zmęczeniową materiałów: wpływ temperatury pracy, środowiska, korozji, rozmiaru elementu - analiza poszczególnych czynników</li> <li>Wstępne wiadomości oraz założenia stosowane w mechanice pękania. Rodzaje pęknięć oraz klasyfikacja rodzajów pękania</li> <li>Liniowo-sprężysta mechanika pękania. Rozkład naprężeń wokół wierzchołka pęknięcia. Pojęcie współczynnika intensywności naprężeń (WIN). Sposoby obliczeń WIN dla prostych struktur ze szczelinami</li> <li>Sprężysto-plastyczna mechanika pękania. Zmodyfikowany rozkład naprężeń wokół wierzchołka pęknięcia z uwzględnieniem własności plastycznych materiału. Rozkład odkształceń plastycznych wokół wierzchołka pęknięcia</li> <li>Mechanika pękania w ujęciu numerycznym. Sposoby modelowania szczelin za pomocą Metody Elementów Skończonych (MES) oraz Metody Elementów Brzegowych (MEB). Sposoby uzyskiwania osobliwości naprężeń na wierzchołku szczeliny</li> <li>Analiza praktycznych przypadków zmęczeniowego pękania elementów konstrukcyjnych: Wizyta dydaktyczna w zakładzie WSK-PZL Rzeszów. Zapoznanie się z rodzajami pęknięć eksploatacyjnych na wydziale remontów silników lotniczych</li> <li>Analiza wybranych przypadków uszkodzeń eksploatacyjnych komponentów samolotów i silników lotniczych</li> <li>Pisemne zaliczenie przedmiotu obejmujące treści realizowane na wykładzie</li> <li>Praktyczne sposoby obliczeń naprężeń i odkształceń oraz trwałości zmęczeniowej elementów konstrukcyjnych za pomocą MES. Analiza wybranych podzespołów</li> <li>Numeryczne określenie współczynnika intensywności naprężeń (WIN) za pomocą metody elementów brzegowych</li> <li>Podstawowe wiadomości z analizy drgań. Badania trwałości zmęczeniowej prostych elementów poddanych działaniu drgań mechanicznych</li> <li>Badania prędkości propagacji pęknięć w łopatkach turbinowych silników lotniczych</li> <li>Pisemne zaliczenie wiedzy obejmującej ćwiczenia z przedmiotu "Odkształcanie i pękanie metali"</li> </ul>	K_W06, K_U02, K_U07, K_U08, K_U10, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>System organizacyjny: hierarchia i podział władzy, rozdział zadań i obowiązków, system informacji i komunikacji</li> <li>Schematy organizacyjne przedsiębiorstwa o strukturze funkcjonalnej i macierzowej</li> <li>Procesy produkcyjne w inżynierii materiałowej, elementy składowe, klasyfikacje, typy produkcji, cykl produkcyjny</li> <li>Formy organizacji produkcji</li> <li>Zarządzanie potencjałem społecznym w organizacji</li> <li>Planowanie zatrudnienia, rekrutacja i selekcja kadr</li> <li>System zarządzania zgodny z wymaganiami jednostek akredytujących (polskich i międzynarodowych)</li> <li>Opracowanie przykładowych schematów organizacyjnych</li> <li>Opracowanie przykładowych procesów produkcyjnych</li> <li>Aktywne poszukiwanie pracy, Curriculum Vitae, autoprezentacja, rozmowa kwalifikacyjna</li> <li>Opracowanie przykładowego systemu zarządzania zgodnego z wymaganiami międzynarodowymi</li> </ul>	K_W01, K_U01, K_U06, K_U09

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Przygotowanie badań doświadczalnych. Metody badawcze i modele.</li> <li>• Podstawowe pojęcia stosowane w planowaniu doświadczeń.</li> <li>• Obiekt badań i funkcja obiektu badań. Analiza czynników wpływających na obiekt badań.</li> <li>• Charakterystyki zmiennej losowej i jej przykładowe rozkłady.</li> <li>• Miary zmienności. Idea testowania hipotez statystycznych.</li> <li>• Klasyfikacja planów eksperymentu i ogólna charakterystyka wybranych planów.</li> <li>• Podstawy analizy wyników. Regresja liniowa, prosta regresji, przedział ufności prostej regresji. Regresja krzywoliniowa.</li> <li>• Zasady pracy w środowisku obliczeniowym zorientowanym na obliczenia statystyczne.</li> <li>• Obliczanie miar zmienności wyników pomiarów.</li> <li>• Obliczanie rozkładów częstości występowania danej wartości zmiennej.</li> <li>• Badanie korelacji danych.</li> <li>• Określanie postaci i obliczanie współczynników równań empirycznych dla modeli liniowych.</li> <li>• Określanie postaci i obliczanie współczynników równań empirycznych dla wybranych modeli funkcji nieliniowych.</li> <li>• Obliczanie modelu funkcji regresji wielorakiej oraz współczynnika regresji wielorakiej.</li> <li>• Analiza resztek wyników pomiarów.</li> <li>• Opracowanie modeli i porównanie wyników interpolacji i aproksymacji wielomianowej pomiarów.</li> <li>• Zaliczenie laboratorium.</li> </ul>	<p>K_U01, K_U05, K_K01, K_K06, K_K07</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminarium w zakresie tematyki indywidualnych prac dyplomowych</li> </ul>	
<p>Sieci komputerowe w inżynierii materiałowej</p>	<p>K_W01, K_U01, K_U05</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe definicje oraz zapoznanie z elementami informatyki - arytmetyka komputerowa oraz algorytmika. Operatory oraz zapis programu za pomocą pseudo kodu. Podstawowe struktury danych • Podstawowe metody zapisu algorytmów - metoda dziel i zwyciężaj, algorytmy zachłanne • Przedstawienie oraz wykorzystywanie algorytmów genetycznych w optymalizacji zagadnień</li> <li>Zapoznanie studenta z zagadnieniami sztucznej inteligencji • Przedstawienie oraz wykorzystywanie sztucznych sieci neuronowych w optymalizacji oraz rozwiązywaniu zagadnień technologicznych • Wykonanie prostych obliczeń wykorzystując VBA - metoda Darkena do opisu procesu dyfuzji. • Wykonanie i zasymulowanie prostego zagadnienia optymalizacyjnego za pomocą algorytmu genetycznego - SGA • Wykonanie i zasymulowanie prostego zagadnienia optymalizacyjnego za pomocą sieci neuronowych</li> </ul>	
<p>Symulacja numeryczna procesów technologicznych</p>	<p>K_W01, K_W05, K_U01, K_U05</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wybrane zagadnienia z algebry liniowej. Algebra macierzy. Rozwiązywanie układów równań liniowych. Rozwiązywanie równań nieliniowych. Zagadnienia numerycznego rachunku różniczkowego i całkowego. Ilorazy różniczkowe, metody Eulera. Metody numerycznego rozwiązywania problemów początkowo-brzegowych i brzegowych. Metoda różnic skończonych.</li> <li>• Podstawowe definicje oraz zapoznanie z metodami optymalizacji • Definicja metody odwrotnej oraz jej wykorzystanie w inżynierii materiałowej</li> <li>• Modelowanie fenomenologiczne. Przykład zamodelowania metody Darkena. • Student zaprojektuje oraz zasymuluje materiał na odporny na korozję • Student zaprojektuje i zasymuluje materiał gradientowy. • Student zaprojektuje i zasymuluje materiał na koło zębate - nawęglanie</li> </ul>	
<p>Technologie kształtowania właściwości materiałów</p>	<p>K_W04, K_W08, K_U01, K_U08, K_U10, K_U11, K_K05</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nowoczesne technologie topienia, przetapiania i rafinacji stopów żelaza i metali nieżelaznych • Technologia tytanu i jego stopów</li> <li>• Wytwarzanie materiałów metalicznych z udziałem faz międzymetalicznych • Wytwarzanie materiałów inżynierskich metodami przyrostowymi • Topienie, przetapianie i rafinacja stopów żelaza i metali nieżelaznych • Wytwarzanie tytanu i jego stopów • Przyrostowe technologie wytwarzania - additive manufacturing • Wytwarzanie materiałów z udziałem faz międzymetalicznych z układu Ti-Al, Ni-Al, Fe-Al</li> </ul>	
<p>Teoria dyfuzji</p>	<p>K_W02, K_U01</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ewolucja fizykochemii ciała stałego: Einstein, Darken • Mechanizmy dyfuzji, dyfuzja samoistna, prawa Ficka, strumień Nernsta-Plancka, relacja Nernsta-Einsteina • Równanie dyfuzji, a prawo zachowania masy, drogi szybkiej dyfuzji • Dyfuzja wzajemna w roztworach stałych, efekt Kirkendalla, metoda Darkena i metody dla układów wieloskładnikowych, przykłady • Reaktywność ciał stałych, modele reakcji heterogenicznych • Mechano-chemia, prawa zachowania, równania ciągłości objętości • Reakcje chemiczne w wielofazowych układach wieloskładnikowych • Samodyfuzja, obliczenia współczynników dyfuzji • Efekt Kirkendalla (metoda Darkena zastosowana do roztworów dwu i wieloskładnikowych) • Wyznaczanie profili stężeń w układach dwu i wieloskładnikowych • Wyznaczanie kolejności powstawania zgorzeli wielofazowej</li> </ul>	
<p>Termodynamika przemian fazowych</p>	<p>K_W02, K_W03, K_U01</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Najważniejsze definicje i idee termodynamiki, w tym: układ i rodzaje układów, otoczenie, stan układu, funkcje i parametry stanu (podział pomiędzy wielkości ekstensywne i intensywne), czynnik termodynamiczny, równowaga, proces termodynamiczny (stacjonarny i niestacjonarny, odwracalny i nieodwracalny, samorzutny i niesamorzutny).</li> <li>• Metodologia rozwiązywania problemów i projektowania w termodynamice.</li> <li>• Energia wewnętrzna i I zasada termodynamiki.</li> <li>• Sposoby wymiany energii: praca objętościowa, transport ciepła (przewodzenie, promieniowanie, konwekcja).</li> <li>• Energia wewnętrzna jako funkcja stanu. Różniczka zupełna.</li> <li>• Energia wewnętrzna i ciepło właściwe gazów doskonałych.</li> <li>• I zasada termodynamiki dla układu izolowanego, zamkniętego i otwartego.</li> <li>• Stacjonarny transport masy.</li> <li>• Entalpia.</li> <li>• Entropia, II zasada termodynamiki. Bilans entropii w układach zamkniętych i otwartych.</li> <li>• Rozwiązywanie problemów i pogłębianie wiedzy na podstawie przykładów w zakresie: Kinetyczna teoria gazów, temperatura i ciśnienie.</li> <li>• Pierwsza zasada termodynamiki, bilans masy i energii w układach otwartych.</li> <li>• Przemiany gazów doskonałych: adiabatyczna, izobaryczna, izotermiczna, izochoryczna i politropowa – obliczenia pracy, ciepła, zmiany energii wewnętrznej i entalpii.</li> <li>• Entropia: entropia gazu doskonałego, entropia pary wodnej. Zmiana entropii w przemianach termodynamicznych.</li> <li>• Druga zasada termodynamiki.</li> </ul>	
<p>Wychowanie Fizyczne</p>	<p>K_K01, K_K04</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta.</li> <li>• Stosowanie określonych umiejętności ruchowych w wybranych formach fitness lub sportowych grach zespołowych. Gra treningowa i gra właściwa w piłkę nożną, piłkę siatkową, koszykówkę lub inne gry zespołowe według wyboru studentów.</li> <li>Dla studentów realizujących zajęcia na pływalni nauka lub doskonalenie pływania różnymi stylami.</li> <li>Dla studentów posiadających zwolnienie lekarskie: usprawnienie ruchowe - indywidualne zestawy ćwiczeń wg. zaleceń lekarza lub fizjoterapeuty.</li> </ul>	

Zaawansowane procesy wytwarzania warstwy wierzchniej	K_W03, K_W04, K_W09, K_U01, K_U08, K_U10, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wytwarzanie warstw żaroodpornych metodą CVD.</li> <li>• Określenie wpływu parametrów procesu na mikrostrukturę warstw aluminiokowych metodą CVD.</li> <li>• Technologia azotowania wspomaganego jarzeniowego.</li> <li>• Technologia laserowa w inżynierii powierzchni.</li> <li>• Wytwarzanie warstw ochronnych metodami PVD.</li> <li>• Wytwarzanie warstw polimerowych hydrofobowych i hydrofilowych.</li> <li>• Podstawy natryskiwania metodą "Cold Spray".</li> <li>• Wytwarzanie warstw twardych na narzędzia skrawające</li> </ul>	
<p>metodami CVD • Zaawansowana technologia azotowania wspomaganego jarzeniowego. • Wytwarzanie powłok twardych metodami PVD. • Wytwarzanie powłok metodą gazodynamiczną "Cold Spray". • Wytwarzanie warstw i powłok metodami laserowymi. • Wytwarzanie warstw polimerowych do zastosowań biomedycznych.</p>	
Zaawansowane procesy wytwarzania warstwy wierzchniej 2	K_W04, K_W09, K_U01, K_U08, K_U10, K_U11, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Istota procesów natryskiwania cieplnego • Podział i charakterystyka natryskiwania cieplnego • Natryskiwanie płomieniowe • Natryskiwanie naddźwiękowe HVOF • natryskiwanie łukowe • Natryskiwanie plazmowe APS • Natryskiwanie plazmowe w warunkach obniżonego ciśnienia i metoda PS-PVD • Natryskiwanie kinetyczne - Cold Spray • Budowa systemu do natryskiwania cieplnego, montaż/demontaż palnika plazmowego • Istota procesów natryskiwania cieplnego, budowa palników do natryskiwania cieplnego • Natryskiwanie płomieniowe z proszku i drutu • Natryskiwanie naddźwiękowe z użyciem paliwa gazowego • Natryskiwanie naddźwiękowe HP/HVOF i eGun • Natryskiwanie plazmowe - APS • Natryskiwanie cieplne w motoryzacji • Natryskiwanie cieplne w lotnictwie • Systemy do natryskiwania cieplnego • Materiały do natryskiwania cieplnego • Badania mikrostruktury warstw natryskiwanych cieplnie • Modelowanie procesu natryskiwania cieplnego</li> </ul>	
Zarządzanie projektami inżynierskimi i badawczo-rozwojowymi	K_W01, K_W05, K_W09
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Przypomnienie podstawowych wiadomości z zakresu rozwiązywania układów równań, różniczkowania i całkowania.</li> <li>• Nawęglanie kół zębatych - matematyczne metody oraz optymalizacja procesu LPC • Matematyczne rozwiązanie problemu dyfuzji reakcyjnej w układach potrójnych. • Matematyczne rozwiązanie problemu dyfuzji w polu elektrycznym • Zapisanie programu komputerowego - dla procesu dyfuzji.</li> </ul>	