

Program studiów

Planowanie badań doświadczalnych w przemysle podyplomowe

1. Podstawowe informacje o studiach podyplomowych

Nazwa studiów	Planowanie badań doświadczalnych w przemyśle
Poziom studiów	podyplomowe
Liczba semestrów	studia niestacjonarne: 2
Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów	36
Łączna liczba godzin zajęć	300

2. Cel studiów podyplomowych

Celem studiów podyplomowych jest nabycie przez studentów wiedzy i umiejętności z zakresu statystyki i planowania eksperymentu, gromadzenia i przetwarzania danych oraz diagnostyki procesów obróbki ubytkowej, umożliwiających analizę i optymalizację procesu wytwarzania, kontrolę tego procesu, jak również analizę stosowanych systemów pomiarowych.

3. Adresaci studiów podyplomowych

Adresatami studiów podyplomowych są absolwenci studiów (w szczególności technicznych) chcący poszerzyć swoją wiedzę i umiejętności w zakresie prowadzenia badań doświadczalnych i analizy wyników, oraz pracownicy jednostek badawczych i rozwojowych zakładów produkcyjnych.

4. Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia

Absolwent studiów podyplomowych jest przygotowany do prowadzenia badań eksperymentalnych ukierunkowanych na analizę i optymalizację procesów produkcyjnych. Absolwent potrafi przeprowadzać wnioskowanie statystyczne oraz prezentować wyniki badań doświadczalnych. Absolwent potrafi gromadzić i przetwarzać sygnały diagnostyczne pochodzące z procesu obróbki ubytkowej, określać czynniki wpływowe, opracowywać modele matematyczne opisujące dany proces, stosować wiedzę statystyczną do kontroli procesu i analizy systemu pomiarowego.

5. Zasady rekrutacji

Rekrutacja na studia podyplomowe odbywa się w Systemie Internetowej Rekrutacji kandydatów „SIR” przez stronę internetową: www.prz.edu.pl. Rejestracja kandydata w SIR jest warunkiem przystąpienia do postępowania kwalifikacyjnego. Rekrutacja przebiega bez egzaminów wstępnych. O przyjęciu decyduje pozytywna weryfikacja dokumentów złożonych przez kandydata, a w przypadku większej liczby kandydatów niż liczba miejsc określona w limitach, o przyjęciu decyduje kolejność złożenia kompletu wymaganych dokumentów w wyznaczonym terminie. Miejsce składania dokumentów: sekretariat Katedry Techniki Wytwarzania i Automatyzacji (KTWiA) Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej, ul. W. Pola 2, 35-959 Rzeszów, budynek C, 1. piętro, pokój C.108. Uzupełniające dane kontaktowe: tel. 17 865 1203, tel./fax 17 854 2595, www.ktwia.prz.edu.pl Kandydaci składają: 1) ankietę osobową (formularz PODANIA SIR) – wydrukowaną z Systemu Internetowej Rekrutacji i podpisaną przez kandydata; 2) kopię dyplomu ukończenia studiów wyższych – oryginał dyplomu należy przedstawić do wglądu kierownikowi lub osobie przez niego upoważnionej w celu poświadczenia zgodności kopii składanego dokumentu z jego oryginałem; 3) oświadczenie dotyczące pokrycia kosztów kształcenia, w przypadku gdy koszty kształcenia pokrywa pracodawca. Niedostarczenie w ustalonym terminie kompletu dokumentów skutkuje niedopuszczeniem kandydata do dalszego postępowania rekrutacyjnego.

6. Efekty uczenia się

Symbol	Treść	Odniesienia do PRK
K_W01	Posiada uporządkowaną wiedzę z zakresu statystyki, planowania badań doświadczalnych i podstaw uczenia maszynowego, która wykorzystywana jest do rozwiązywania problemów inżynierskich. Zna popularne narzędzia służące do analizy danych, analiz statystycznych i wizualizacji danych.	P7S_WG
K_W02	Zna wybrane metody monitorowania procesów produkcyjnych. Wie jak zastosować wiedzę do rozwiązywania problemów inżynierskich związanych z gromadzeniem i przetwarzaniem danych. Zna metodologię przetwarzania i analizy danych, wybrane metody matematyczne i statystyczne wspierające ten proces oraz narzędzia temu służące.	P7S_WG
K_W03	Posiada uporządkowaną wiedzę z zakresu planowania i przeprowadzania doświadczeń w warunkach przemysłowych oraz optymalizacji procesów produkcyjnych. Zna najpopularniejsze metody statystyczne służące do kontroli procesu produkcyjnego oraz do analizy systemów pomiarowych.	P7S_WG
K_U01	Potrafi, przy użyciu stosownego oprogramowania, planować badania doświadczalne, weryfikować hipotezy, przeprowadzać wnioskowanie statystyczne, tworzyć modele właściwe dla badanego zjawiska oraz je weryfikować, a także przedstawiać wyniki w formie graficznej.	P7S_UW
K_U02	Potrafi zastosować wiedzę inżynierską oraz z zakresu statystyki, planowania doświadczeń, gromadzenia i przetwarzania danych w celu kontroli procesu produkcyjnego, analizy systemów pomiarowych oraz monitorowania, diagnostyki i optymalizacji procesu technologicznego.	P7S_UW
K_U03	Potrafi wykorzystać narzędzia informatyczne do działań z zakresu przetwarzania i analizy danych.	P7S_UW
K_K01	Jest gotów do krytycznej oceny własnej wiedzy i dostępnych informacji oraz uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych jak również zasięgania opinii specjalistów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu.	P7S_KK
K_K02	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	P7S_KO
K_K03	Ma świadomość potrzeby ciągłego doskonalenia umiejętności i samokształcenia.	P7S_KR

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.

7. Wykaz zajęć, parametry programu studiów, metody weryfikacji efektów uczenia się oraz treści programowe

7.1 Wykaz zajęć

Sem.	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Lab.	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Godziny praktyczne	ECTS praktyczne	Godziny zdalne	ECTS zdalne	Egzamin	Oblig.
1	MO	Analizy statystyczne w kontroli procesu produkcyjnego (SPC)	15	0	15	0	30	4	15	2	15	2	N	■
1	MO	Graficzna prezentacja danych	0	0	15	0	15	1	15	1	0	0	N	■
1	MO	Gromadzenie i przetwarzanie danych pomiarowych	0	0	15	0	15	2	15	2	0	0	N	■
1	MO	Planowanie badań doświadczalnych	15	0	15	0	30	5	15	2	15	2	T	■
1	MO	Podstawy programowania	0	0	30	0	30	2	30	2	0	0	N	■
1	MO	Podstawy statystyki i wnioskowania statystycznego	15	0	15	0	30	5	15	2	15	2	T	■
Sumy za semestr: 1			45	0	105	0	150	19	105	11	45	6	2	6
2	MO	Diagnostyka procesów produkcyjnych	15	0	30	0	45	5	30	3	15	2	T	
2	MO	Metody analizy systemów pomiarowych (MSA)	15	0	15	0	30	4	15	2	15	2	N	
2	MO	Optymalizacja procesów wytwarzania	0	0	15	0	15	2	15	2	0	0	N	
2	MO	Planowanie doświadczeń w obróbce ubytkowej	0	0	15	0	15	2	15	2	0	0	N	
2	MO	Podstawy uczenia maszynowego	15	0	30	0	45	4	30	3	15	1	N	
Sumy za semestr: 2			45	0	105	0	150	17	105	12	45	5	1	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			90	0	210	0	300	36	210	23	90	11	3	6

Liczba punktów ECTS przypisanych do zajęć kształtujących umiejętności praktyczne: **23**

Liczba punktów ECTS przypisanych do zajęć prowadzonych z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość: **11**

7.2 Parametry programu studiów i metody weryfikacji efektów uczenia się

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	12 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	24 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.	--
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	0 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	--

Metody 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 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. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału. Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się znajdują się w tabeli poniżej.

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	3
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	5

Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	0
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	80
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	8
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	2
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	1
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	0
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiąganych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	11
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	1
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	5
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	0
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	0
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu	2
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych	20

7.3 Treści programowe

Analizy statystyczne w kontroli procesu produkcyjnego (SPC)	K_W03, K_U02, K_K01, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie do statystycznego sterowania procesem. Zmienność procesów i ich tolerancja, wpływ na parametry wyrobów. Pojęcia procesu stabilnego i rozregulowanego. Typy danych – dane mierzalne i atrybutywne. Podstawowe statystyki w SPC – statystyczny opis tendencji centralnej i zmienności procesu oraz metody prezentacji graficznej zmienności. Rozkłady statystyczne. Zdolność procesu. Typy kart kontrolnych (dla cech mierzalnych i atrybutywnych). Dobór kart kontrolnych – metody próbkowania (wielkość i częstość). Interpretacja uzyskanych, za pomocą kart kontrolnych, wyników (sygnały, sekwencje punktów, strefy). Zasady obliczania współczynników zdolności procesu C_p, C_{pk}, na podstawie informacji zawartych w kartach kontrolnych dla cech mierzalnych. Analiza wybranych przypadków klasycznych i szczególnych sytuacji w procesie. Zasady wdrażania metod SPC. Zmienność. Podstawowa statystyczna analiza danych (statystyczny opis zmienności). Karty kontrolne X-R. Wskaźniki C_p, C_{pk}, C_m, C_{mk}, P_p, P_{pk} Interpretacja uzyskanych wyników za pomocą kart kontrolnych. 	
Diagnostyka procesów produkcyjnych	K_W02, K_U02, K_K01, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Diagnostyka i nadzorowanie - wprowadzenie. Podstawowe pojęcia i terminologia, zadania i cele diagnostyki i nadzorowania w procesach obróbkowych. Źródła informacji diagnostycznej. Pomiar typowych wielkości fizycznych. Sygnały pomiarowe. Przetwarzanie sygnałów pomiarowych. Czujniki i zasady pomiaru sił, momentów, temperatury, drgań, przemieszczeń i emisji akustycznej. Diagnostyka i nadzorowanie obrabiarek. Dokładność geometryczna i kinematyczna, sztywność zespołów obrabiarki. Diagnostyka stanu łożysk. Diagnostyka zespołów napędowych osi sterowanych. Diagnostyka układów pomocniczych. Interfejsy komunikacyjne stosowane w układach diagnostycznych. Wirtualny system pomiarowy. Programowanie funkcji pomiarowych z wykorzystaniem oprogramowania oraz Lab View Signal Express. Filtracja i analiza sygnałów pomiarowych. Kryteria doboru przetwornika A/D do określonego zadania pomiarowego. Przetwarzanie sygnału pomiarowego w dziedzinie czasu i częstotliwości. Wieloosiowy pomiar sił skrawania podczas frezowania, charakterystyki czujników sił skrawania. Pomiar drgań mechanicznych jako metoda nadzorowania stanu obrabiarki stanu narzędzia oraz procesu skrawania. Diagnostyka procesu szlifowania z wykorzystaniem sygnału emisji akustycznej oraz drgań. Pomiar hałasu, emisji akustycznej. Pomiary temperatur jako metoda diagnostyczna obrabiarki i procesów skrawania. Metoda termowizyjna. Nadzorowanie procesu toczenia i frezowania z wykorzystaniem kamery ultraszybkiej. Obróbka obrazu. 	
Graficzna prezentacja danych	K_U01, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie do wizualizacji danych. Wizualizacja wielkości. Wizualizacja rozkładów. Wizualizacja proporcji. Wizualizacja powiązań między zmiennymi ilościowymi. Wizualizacja trendów i szeregów czasowych. Prezentacje studentów. 	
Gromadzenie i przetwarzanie danych pomiarowych	K_W02, K_W03, K_U03, K_K01, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Obsługa w środowisku Python najpopularniejszych formatów plików wykorzystywanych przez oprogramowanie do akwizycji danych. Obliczanie wybranych parametrów sygnału pomiarowego. Filtrowanie i wygładzanie sygnału. Analiza widmowa sygnału. Filtry: różniczkujący i całkujący sygnał pomiarowy. Wykorzystanie systemów bazodanowych do składowania danych. 	
Metody analizy systemów pomiarowych (MSA)	K_W03, K_U01, K_U02, K_K01, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Niepewność pomiaru. Czynniki wpływające na wyniki pomiarów realizowanych z użyciem ręcznych i zautomatyzowanych przyrządów pomiarowych. Wprowadzenie do analizy powtarzalności i odtwarzalności systemów pomiarowych. Analiza powtarzalności i odtwarzalności systemów pomiarowych metodą rozstępów. Analiza powtarzalności i odtwarzalności systemów pomiarowych metodą średniej i rozstępu. Analiza powtarzalności i odtwarzalności zautomatyzowanych systemów pomiarowych. Analiza powtarzalności i odtwarzalności metodą rozstępów w przypadku pomiarów realizowanych z użyciem ręcznych przyrządów pomiarowych. Analiza powtarzalności i odtwarzalności metodą średniej i rozstępu w przypadku pomiarów realizowanych z użyciem ręcznych przyrządów pomiarowych. Analiza powtarzalności i odtwarzalności w przypadku pomiarów współrzędnościowych realizowanych z użyciem CMM. Analiza powtarzalności i odtwarzalności w przypadku pomiarów wykonywanych za pomocą ramienia pomiarowego. 	
Optymalizacja procesów wytwarzania	K_W03, K_U01, K_U02, K_K01, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie do zadań programistycznych związanych z optymalizacją procesu. Optymalizacja z zastosowaniem metod bezgradientowych. Optymalizacja z zastosowaniem metod gradientowych. Optymalizacja z zastosowaniem programowania liniowego. Optymalizacja na podstawie modelu matematycznego. Stabilizacja procesu technologicznego na podstawie badań doświadczalnych. 	
Planowanie badań doświadczalnych	K_W01, K_U01, K_K01, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Zasady planowania eksperymentów. Etapy w planowaniu eksperymentu i analizie wyników. Klasyfikacja planów eksperymentu. Analiza regresji i walidacja modeli empirycznych. Kanoniczne plany eksperymentu (m.in. plany kompletne i frakcyjne, plany centralne kompozycyjne, plany dla mieszanin, plany eliminacyjne). Optymalizacja i stabilizacja procesu technologicznego na podstawie badań doświadczalnych Cwiczenia z planowania przedeksperymentalnego. Przeprowadzanie 	

analizy regresji liniowej jednoczynnikowej i wieloczynnikowej. • Ocena jakości opracowanych modeli regresji. Walidacja modeli empirycznych. • Przykłady modeli nieliniowych. • Generowanie wybranych planów eksperymentu.	
Planowanie doświadczeń w obróbce ubytkowej	K_W03, K_U01, K_U02, K_K01, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Istota prowadzenia badań doświadczalnych w obróbce ubytkowej. Obiekt badań, czynniki wpływające na obiekt badań. • Przeprowadzenie analizy planów eksperymentu oraz generowanie wybranych planów eksperymentu dla toczenia. • Przeprowadzenie badań doświadczalnych w zakresie toczenia. Pomiar wielkości wyjściowych. • Przeprowadzenie analizy wyników eksperymentu toczenia. Opracowanie modeli regresji i ocena ich jakości. • Przeprowadzenie analizy planów eksperymentu oraz generowanie wybranych planów eksperymentu dla frezowania. • Przeprowadzenie badań doświadczalnych w zakresie frezowania. Pomiar wielkości wyjściowych. • Przeprowadzenie analizy wyników eksperymentu frezowania. Opracowanie modeli regresji i ocena ich jakości. 	
Podstawy programowania	K_U03, K_K01, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Zajęcia organizacyjne, zapoznanie z środowiskiem programistycznym do Pythona. • Operatory, zmienne, obsługa wejścia i wyjścia oraz instrukcja warunkowa w języku python z praktycznym ich wykorzystaniem. • Operatory logiczne i pętle wraz z przykładami ich wykorzystania. • Przetwarzanie łańcuchów znaków i tekstu. • Określenie celowości wykorzystanie systemu kontroli wersji Git i zapoznanie się z podstawowymi operacjami pozwalającymi na zarządzanie wersją kodu. • Definiowanie i wykorzystywanie funkcji. • Omówienie założeń paradygmatu programowania obiektowego, zapoznanie się z składnią ich definiowania i tworzenia obiektów oraz ich praktycznym wykorzystaniem. • Zapoznanie się z możliwością i istotnością wykorzystania zewnętrznych bibliotek dostępnych dla języka Python. • Omówienie zalet i wad różnych struktur danych dostępnych w Pythonie. • Ćwiczenia praktyczne wykorzystania ich w praktyce. • Omówienie roli wyjątków w programie oraz sposobem ich definiowania i obsługi po wystąpieniu. • Zapoznanie z narzędziami IDE umożliwiającymi analizę kodu programu i wyszukiwania błędów. • Zapoznanie się z praktycznym wykorzystaniem bibliotek Pandas i NumPy • Zapoznanie z wykorzystaniem biblioteki Matplotlib do wizualizacji danych. • Zapoznanie się z metodami służącymi do zapisu danych do plików. 	
Podstawy statystyki i wnioskowania statystycznego	K_W01, K_U01, K_K01, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Rodzaje zmiennych, skale pomiarowe, błędy pomiarowe, rozkłady zmiennej losowej. • Statystyki opisowe i parametry populacji. Centralne twierdzenie graniczne. Estymacja przedziałowa wartości średniej. • Testowanie hipotez statystycznych. • Analiza wariancji i testy post hoc. • Analiza korelacji. • Wprowadzenie do pracy z danymi eksperymentalnymi, wizualizacja danych, rozpoznawanie obserwacji odstających. • Korzystanie z rozkładu Z i rozkładu t-Studenta. Obliczanie przedziału ufności dla wartości średniej. • Analiza danych na podstawie statystyk opisowych. • Testy dla średnich, na normalność rozkładu i równość wariancji. • Wyznaczanie mocy testu dla średnich. Wybór liczebności próby i poziomu istotności. • Przeprowadzania jednoczynnikowej i wieloczynnikowej analiza wariancji i ich nieparametrycznych odpowiedników. • Przeprowadzanie testów post-hoc. • Przeprowadzanie analizy korelacji. 	
Podstawy uczenia maszynowego	K_W01, K_U03, K_K01, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Wstęp do sztucznej inteligencji. • Przetwarzanie wstępne danych wykorzystywanych jako zbiory uczące, testowe i walidacyjne. • Wybrane metody uczenia maszynowego w zastosowaniu do rozwiązania problemu klasyfikacji. • Wybrane metody uczenia maszynowego w zastosowaniu do rozwiązania problemu regresji. • Wybrane metody uczenia maszynowego w zastosowaniu do rozwiązania problemu grupowania. 	