

KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ

Kod przedmiotu	4606-PW-0000000-0110	Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Planowanie Eksperymentu i statystyczna analiza wyników badań		
			w j. angielskim	Experiment design and statistical data analysis		
Przynależność do grupy przedmiotów	warsztat badacza					
Koordynator przedmiotu	Prof. dr hab. inż. Marek Dobosz					
Jednostka realizująca	Wydział Mechatroniki	Dyscyplina/y naukowa*	-			
Poziom kształcenia	Kształcenie doktorantów	Semestr	letni			
Język zajęć	polski					
Forma zaliczenia:	zaliczenie/ zaliczenie na ocenę/egzamin	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	45	Sumaryczna liczba ECTS	4	
Minimalna liczba uczestników	10	Maksymalna liczba uczestników	15	Dostępność dla studentów	Tak	
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium	Seminarium
Liczba godzin zajęć	tygodniowo	2	1	-	-	-
	łącznie w semestrze	30*	15	-	-	-

1. Wymagania wstępne
Brak

1. Cele przedmiotu
Celem przedmiotu jest zapoznanie się przez studenta z podstawami teoretycznymi i aparatem matematycznym pozwalającymi na efektywne i prawidłowe z punktu widzenia naukowego uzyskiwanie informacji przy pomocy procesu badawczego. Przy czym prezentowany formalny opis matematyczny jest ograniczony w zakresie niezbędnym do zrozumienia istoty prezentowanych metod i do aspektów czysto praktycznych (w odróżnieniu od popularnej statystyki matematycznej) Student powinien nabyć umiejętności zaprojektowania przebiegu eksperymentu oraz prawidłowej analizy jego wyników. Celem przedmiotu jest zapoznanie studenta z popularnym oprogramowaniem wspomagającym analizę wyników badań w szczególności z aplikacją Statgraphics, przy czym możliwe jest również korzystanie z oprogramowania Statistica (oba programy są dostępne na Politechnice Warszawskiej). W ramach wykładu studenci uczą się korzystania ze wspomnianych aplikacji rozwiązując samodzielnie przykłady prezentowane przez prowadzącego Wykład połączony jest z ćwiczeniami audytoryjnymi/warsztatami. Bezpośrednio po przedstawieniu analizy teoretycznej danego zagadnienia i przedstawieniu przykładu go ilustrującego doktoranci otrzymywali by zadanie do samodzielnego rozwiązania w trakcie zajęć. Podział 30:15 na wykład i ćwiczenia audytoryjne.

1. Treści programowe (dla każdego typu zajęć oddzielnie)
Wykład
Podstawowe pojęcia i twierdzenia statystyki: populacja generalna, próba, zmienna losowa, N-wymiarowa zmienna losowa, prawdopodobieństwo, rozkład prawdopodobieństwa zmiennej losowej dyskretnej oraz zmiennej losowej ciągłej, dystrybuanta zmiennej losowej, wartość oczekiwana, wariancja, kwantyl, mediana, moda, itd. Korelacja i twierdzenia o korelacji. Parametry i funkcje opisujące zbiór danych doświadczalnych. Estymacja punktowa. Miary miejsca skupienia oraz rozproszenia wyników. Przypadkowe błędy obserwacji; związek niepewności pomiaru z rozkładem zmiennej losowej – niepewność rozszerzona wyniku pomiaru, niepewność średniej. Parametry kształtu rozkładu. Wybrane Modele probabilistyczne. Analiza rozkładu populacji generalnej. Szereg rozdzielczy i histogram. Rutogram. Rutogram zawieszony. Ślad Gęstości. Wykresy kwantylów i percentylów. Wykres symetrii. Siatki funkcyjne i wykresy prawdopodobieństwa normalnego. Dane ucięte. Techniki usuwania trendu. Dyskretny szereg czasowy. Algorytmy wygładzania: zwykła średnia krocząca, ruchoma,ważona średnia krocząca, ważona średnia krocząca Spencera, ważona średnia krocząca

Hendersona, wykładnicza ważona średnia krocząca. Algorytmy wygładzania nieliniowego: 3RSS, 3RSSH, 5RSS, 5RSSH, 3RSR

Reprezentatywność i metody pobierania próby w zarysie. Dobór arbitralny, celowy z ograniczoną losowością, probabilistyczny. Kryteria losowania. Podstawowe probabilistyczne metody doboru próby: losowy prosty, systematyczny, warstwowy, grupowy.

Estymacja przedziałowa. Przedziały ufności. Przedziały tolerancji.

Popularne testy statystyczne. Hipotezy parametryczne – ogólna metodologia. Kompendium stosowanych statystyk testowych. Błędy wnioskowania statystycznego. Wyznaczanie liczebności próby dla realizacji testu. Wybrane hipotezy nieparametryczne.

Analiza wariancji (ANOVA/MANOVA). Istota. Założenia i metody ich weryfikacji. ANOVA jednoczynnikowa. Porównania zaplanowane i testy wielokrotnych porównań. Model stały i losowy. ANOVA dwuczynnikowa z pojedynczą obserwacją i z powtórzeniami. Interakcje. Plany niekompletne. Plany hierarchiczne (gniazdowe). Plany kwadratowe (Kwadrat Łaciński, Gracko-Łaciński itd.).

Analiza Korelacji danych doświadczalnych. Próbkowa macierz kowariancji i korelacji. Korelacje cząstkowe.

Wielowymiarowa analiza regresji. Redukcja stopnia wielomianu do regresji liniowej. Metody linearyzacji regresji nieliniowej. Metoda sumy najmniejszych kwadratów – wyznaczanie współczynników regresji wielokrotnej. ANOVA dla regresji. Korelacja a regresja. Ocena jakości modelu na podstawie analizy reszt. Statystyczny opis regresji; istotność modelu regresji, istotność współczynników regresji, adekwatność modelu regresji. Przedziały ufności; dla współczynników regresji, dla prostej regresji, przedział predykcji. Wybór modelu regresji. Testowanie założeń. Metody kalibracyjne.

Regresja wewnętrznie nieliniowa. Metoda linearyzacji Gaussa-Newtona; metoda największego spadku; algorytm Marquardta.

Podstawy planowania doświadczeń. Normowanie danych. Plany dwupoziomowe. Plany czynnikowe kompletne dwuwartościowe. Wpływy czynników. Plany frakcyjne dwupoziomowe. Rozdzielczość planu. Punkty centralne. Centralne plany kompozycyjne. Plany ortogonalne. Plany obrotowe. Plany rotacyjno-ortogonalne.

Ogólne modele liniowe. ANOVA jednoczynnikowa i wieloczynnikowa analiza wariancji-podejście regresyjne. Sumy kwadratów typu I i III.

Tabele wielodzielcze. Testy chi-kwadrat: Pearsona, Pearsona z poprawką Yatesa, największej wiarygodności. McNemary. Dokładny test Fishera dla tabeli kontyngencyjnej 2x2. Współczynnik kontyngencji, Miernik V-cramera. Statystyka R-Spearmana, Współczynnik Tau Kendalla. Współczynnik D-Sommerera, Współczynnik warunkowy Gamma, Współczynnik niepewności

Laboratorium

1. Efekty uczenia się			
Rodzaj efektu	Opis efektu uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się w SD PW	Sposób weryfikacji efektów uczenia*
Wiedza			
W01	Doktorant ma uporządkowaną wiedzę z zakresu prawidłowej oceny miejsca skupienia oraz rozrzutu wyników badań. Zna typowe modele probabilistyczne Zna najważniejsze metody pobierania próby. Ma uporządkowaną wiedzę z zakresu stawiania i doświadczalnego testowania hipotez badawczych (statystycznych). Zna techniki oddzielania trendu systematycznego od składników losowych obserwacji.	SD_W2 SD_W3 P8S_WG	Ocena aktywności w trakcie zajęć. Zadania domowe. Testy sprawdzające i/lub egzamin.
W02	Doktorant ma uporządkowaną wiedzę w zakresie badania statystycznej istotności wpływu czynników jakościowych na obiekt badany (tzw. ANOVA i MANOVA). Zna konfiguracje eksperymentalne	SD_W2 SD_W3 P8S_WG	Ocena aktywności w trakcie zajęć. Zadania domowe. Testy sprawdzające i/lub egzamin.

	pozwalające na testowanie określonych hipotez dotyczących ANOVA. Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie badania siły związków między czynnikami kategoryzacyjnymi na podstawie analizy tabel wielodzielczych.		
W03	Doktorant ma uporządkowaną wiedzę w zakresie metodyki badania siły związków między zmiennymi oraz zależności funkcyjnych między zmienną zależną a szeregiem zmiennych niezależnych (wielowymiarowa analiza korelacji i regresji, techniki regresji nieliniowej i połączanie analizy wariancji i regresji w postaci ogólnych modeli liniowych).	SD_W2 SD_W3 P8S_WG	Ocena aktywności w trakcie zajęć. Zadania domowe. Testy sprawdzające i/lub egzamin.
W04	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie budowania planu eksperymentu ze względu na wybrane kryterium optymalizacyjne. (Planowanie doświadczeń)	SD_W2 SD_W3 P8S_WG	Ocena aktywności w trakcie zajęć. Zadania domowe. Testy sprawdzające i/lub egzamin
Umiejętności			
U01	Potrafi przeprowadzić z użyciem aplikacji komputerowej ogólną analizę wyników badań oraz potrafi właściwie budować i doświadczać testować hipotezy statystyczne. Potrafi właściwie dobrać rodzaj testu statystycznego oraz prawidłowo zinterpretować wynik testu.	SD_U1 SD_U2 SD_U4 SD_U5 P8S_UW P8S_UK	Ocena aktywności w trakcie zajęć. Zadania domowe. Testy sprawdzające i/lub egzamin.
U02	Potrafi zaprojektować eksperyment randomizowany oraz przeprowadzić z użyciem oprogramowania komputerowego statystyczną ocenę istotności wpływu czynników na obiekt badany oraz właściwie zinterpretować uzyskane wyniki analizy.	SD_U1 SD_U2 SD_U4 SD_U5 P8S_UW P8S_UK	Ocena aktywności w trakcie zajęć. Prace domowe. Testy sprawdzające i/lub egzamin.
U03	Potrafi przy pomocy aplikacji komputerowych ocenić siłę związków między zmiennymi. Potrafi analizować na podstawie doświadczenia zależności funkcyjne między zmienną zależną a szeregiem zmiennych niezależnych Potrafi właściwie zinterpretować i wykorzystać metody korelacji, korelacji cząstkowych i techniki regresji wielokrotnej	SD_U1 SD_U2 SD_U4 SD_U5 P8S_UW P8S_UK	Ocena aktywności w trakcie zajęć. Prace domowe. Testy sprawdzające i/lub egzamin.
U04	Potrafi wybrać właściwy plan eksperymentu ze względu na wybrane kryterium optymalizacyjne.	SD_U1 SD_U2 SD_U4 SD_U5 P8S_UW P8S_UK	Ocena aktywności w trakcie zajęć. Prace domowe. Testy sprawdzające i/lub egzamin.
Kompetencje społeczne			
	Rozumie istotne znaczenie prawidłowych metod prowadzenia badań oraz właściwej statystycznej analizy wyników zarówno w nauce	SD_K1 SD_K2 SD_K4 SD_K5	Ocena aktywności w trakcie zajęć. Prace domowe;

	jak i praktyce przemysłowej. Rozumie konieczność dalszego samokształcenia. Rozumie znaczenie wiedzy oraz osiągnięć naukowych w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych Jest przygotowany do krytycznej oceny dorobku reprezentowanej dyscypliny naukowej Jest gotów do myślenia w sposób kreatywny	P8S_KK P8S_KO P8S_KR	
--	---	----------------------------	--

* dozwolone sposoby weryfikacji efektów uczenia się: egzamin; egzamin ustny; kolokwium pisemne; kolokwium ustne; ocena projektu; ocena sprawozdania; ocena raportu; ocena prezentacji; ocena aktywności w trakcie zajęć; prace domowe; test

1. Kryteria oceny
Po każdym dziale tematycznym doktorant pisze test problemowy sprawdzający wiedzę (składający się w głównej mierze z zadań do rozwiązania) (w sumie 3 lub 4 testy). Test sprawdzają przede wszystkim właściwe zrozumienie przedstawionych zagadnień. W przypadku nie uzyskania 65% wymaganych punktów – doktorant zdaje egzamin. Doktorant zdobywa dodatkowe punkty przez aktywność na zajęciach oraz realizację zadań domowych. Ocena końcowa. W nawiasach podano uzyskany procent możliwych punktów - z prawej strony nawiasu odpowiadająca ocena <0 - 64> 2.0; <65 - 71> 3.0; <72 - 78> 3.5; <79 - 85> 4.0; <86 - 92> 4.5; <93 - 100> 5.0.

1. Literatura
<u>Literatura podstawowa:</u> [1] M. Dobosz: „Wspomagana komputerowo statystyczna analiza wyników badań – wydanie II uaktualnione”, Akademicka Oficyna Wydawnicza „Exit”, Warszawa, 2004 r [2] Andrew Rutherford, ANOVA & ANCOVA: A GLM Approach, 2nd Edition, 2011, ISBN: 978-0-470-38555-5 [3] Draper N.R., Smith H. 1998. Applied regression analysis. New York: John Wiley & Sons [4] Stanisław A. 2000. Przystępny kurs statystyki z wykorzystaniem programu STATISTICA PL na przykładach z medycyny tom I i II. Kraków: StatSoft Polska Sp. z o.o. [5] Polański Z. 2013. Planowanie doświadczeń w technice. Warszawa: PWN. <u>Literatura uzupełniająca:</u> [1] Oprogramowanie „Statgraphics” Manual [2] Oprogramowanie „Statistica” Manual [3] Prezentacje z wykładów dostarczone przez prowadzącego [4] Filmy z wybranych działów opracowane przez prowadzącego

1. Nakład pracy doktoranta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się**		
Lp.	Opis	Liczba godzin
1	godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu	45
2	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów itp.	15
3	Godziny pracy samodzielnej doktoranta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych	30 ***
4	godziny pracy samodzielnej doktoranta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia	30 ***
Sumaryczny nakład pracy doktoranta		120
Liczba punktów ECTS		4

**** 1 ECTS pracy = 25-30 godzin nakładu pracy doktoranta (np. 2 ECTS = 60 godzin; 4 ECTS = 110 godzin)**

***** Profil treści wykładu jest całkowicie aplikacyjny (ograniczono do minimum wywody matematyczne w obszarze statystyki) i ze względu na zastosowanie efektywnego oprogramowania do praktycznej realizacji zarówno planowania eksperymentu jak i analizy wyników badań zakres tematyczny wykładu jest niezwykle szeroki. W efekcie obszar wiedzy, którą doktorant otrzymuje wymaga wyjątkowo dużego nakładu pracy własnej zarówno w trakcie przygotowania do zajęć jak i do zaliczenia w postaci kolokwiów lub egzaminu. W ramach pracy własnej doktoranci otrzymują też zadania domowe do rozwiązania.**