

## 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	20	Dostępność dla studentów	Tak	
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium	Seminarium
Liczba godzin zajęć	tygodniowo	2	1	-	-	-
	łącznie w semestrze	30*	15	-	-	-

<b>1. Wymagania wstępne</b>
Brak

<b>1. Cele przedmiotu</b>
<p>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)</p> <p>Student powinien nabyć umiejętności zaprojektowania przebiegu eksperymentu oraz prawidłowej analizy jego wyników.</p> <p>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</p> <p>Wykład połączony jest z ćwiczeniami audytoryjnymi/warsztatami. Bezpośrednio po przedstawieniu analizy teoretycznej danego zagadnienia i przedstawieniu przykładu go ilustrującego doktoranci otrzymywaliby zadanie do samodzielnego rozwiązania w trakcie zajęć. Podział 30:15 na wykład i ćwiczenia audytoryjne.</p>

<b>1. Treści programowe (dla każdego typu zajęć oddzielnie)</b>
<b>Wykład</b>
<p><b>Podstawowe pojęcia i twierdzenia statystyki:</b> 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.</p> <p><b>Parametry i funkcje opisujące zbiór danych doświadczalnych.</b> 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.</p> <p><b>Techniki usuwania trendu.</b> Dyskretny szereg czasowy. Algorytmy wygładzania: zwykła średnia krocząca, ruchoma, ważona średnia krocząca, ważona średnia krocząca Spencera, ważona średnia krocząca</p>

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 rotalno-ortogonalne.

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

**Tabele wieloznaczne.** 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-Sommera, 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.

	<p>pozwalające na testowanie określonych hipotez dotyczących ANOVA.</p> <p>Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie badania siły związków między czynnikami kategoryzacyjnymi na podstawie analizy tabel wielodzzielczych.</p>		
W03	<p>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 połącznie analizy wariancji i regresji w postaci ogólnych modeli liniowych).</p>	<p>SD_W2 SD_W3 P8S_WG</p>	<p>Ocena aktywności w trakcie zajęć. Zadania domowe. Testy sprawdzające i/lub egzamin.</p>
W04	<p>Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie budowania planu eksperymentu ze względu na wybrane kryterium optymalizacyjne. (Planowanie doświadczeń)</p>	<p>SD_W2 SD_W3 P8S_WG</p>	<p>Ocena aktywności w trakcie zajęć. Zadania domowe. Testy sprawdzające i/lub egzamin</p>
Umiejętności			
U01	<p>Potrafi przeprowadzić z użyciem aplikacji komputerowej ogólną analizę wyników badań oraz potrafi właściwie budować i doświadczalnie testować hipotezy statystyczne. Potrafi właściwie dobrać rodzaj testu statystycznego oraz prawidłowo zinterpretować wynik testu.</p>	<p>SD_U1 SD_U2 SD_U4 SD_U5 P8S_UW P8S_UK</p>	<p>Ocena aktywności w trakcie zajęć. Zadania domowe. Testy sprawdzające i/lub egzamin.</p>
U02	<p>Potrafi zaprojektować eksperyment randomizowany oraz przeprowadzić z użyciem oprogramowania komputerowego statystyczną ocenę istotności wpływu czynników na obiekt badany oraz właściwie zinterpretować uzyskane wyniki analizy.</p>	<p>SD_U1 SD_U2 SD_U4 SD_U5 P8S_UW P8S_UK</p>	<p>Ocena aktywności w trakcie zajęć. Prace domowe. Testy sprawdzające i/lub egzamin.</p>
U03	<p>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</p>	<p>SD_U1 SD_U2 SD_U4 SD_U5 P8S_UW P8S_UK</p>	<p>Ocena aktywności w trakcie zajęć. Prace domowe. Testy sprawdzające i/lub egzamin.</p>
U04	<p>Potrafi wybrać właściwy plan eksperymentu ze względu na wybrane kryterium optymalizacyjne.</p>	<p>SD_U1 SD_U2 SD_U4 SD_U5 P8S_UW P8S_UK</p>	<p>Ocena aktywności w trakcie zajęć. Prace domowe. Testy sprawdzające i/lub egzamin.</p>
Kompetencje społeczne			
	<p>Rozumie istotne znaczenie prawidłowych metod prowadzenia badań oraz właściwej statystycznej analizy wyników zarówno w nauce</p>	<p>SD_K1 SD_K2 SD_K4 SD_K5</p>	<p>Ocena aktywności w trakcie zajęć. Prace domowe;</p>

	<p>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</p>	<p>P8S_KK P8S_KO P8S_KR</p>	
--	--	-------------------------------------	--

\* 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
<p>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 &lt;0 - 64&gt; 2.0; &lt;65 - 71&gt; 3.0; &lt;72 - 78&gt; 3.5; &lt;79 - 85&gt; 4.0; &lt;86 - 92&gt; 4.5; &lt;93 - 100&gt; 5.0.</p>

1. Literatura
<p><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 &amp; 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 &amp; 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.</p> <p><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</p>

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 ***
<b>Sumaryczny nakład pracy doktoranta</b>		120
<b>Liczba punktów ECTS</b>		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.**