

„ZATWIERDZAM”

Załącznik nr 4

KARTA INFORMACYJNA PRZEDMIOTU
(wzór wymaganych pól)¹

nazwa przedmiotu	ZAAWANSOWANE METODY OPRACOWANIA OBSERWACJI	ADVANCED METHODS OF PROCESSING OBSERVATIONS
Kod przedmiotu		
Język wykładowy	Polski	
Profil studiów	ogólnoakademicki	
Forma studiów	<i>stacjonarne</i>	
Poziom studiów	<i>studia drugiego stopnia</i>	
Rodzaj przedmiotu	<i>podstawowy</i>	
Obowiązuje od naboru	<i>2021/2022</i>	
Forma zajęć, liczba godzin/rygor, razem godz., pkt ECTS	<i>W 12/x, Ćw. 16/+, Lab. 16/+, Proj. 16/+, razem: 60 godz., 3 pkt ECTS</i>	
Przedmioty wprowadzające	Matematyka – znajomość podstawowych zagadnień algebry liniowej (rachunek macierzowy, rozwiązywanie układów równań liniowych) i analizy matematycznej (rachunek różniczkowy funkcji jednej i wielu zmiennych). Informatyka geodezyjno-kartograficzna – podstawowa znajomość programowania wspomagająca wykonywanie obliczeń geodezyjnych. Obliczenia geodezyjne (rachunek wyrównawczy I) – umiejętność podstawowej algorytmizacji problemów geodezyjnych. Wyrównanie pomiarów (rachunek wyrównawczy II) – umiejętność konstruowania układów równań obserwacyjnych i wyrównania podstawowych sieci geodezyjnych	
Semestr/kierunek studiów	<i>semestr studiów: I; kierunek studiów: GEODEZJA I KATASTER</i>	
Autor	dr hab. inż. Krzysztof Kroszczyński, prof. WAT	
Jednostka organizacyjna odpowiedzialna za przedmiot	Zakład Hydrometeorologii Wojskowej i Geomatyki / Instytut Inżynierii Geoprzestrzennej i Geodezji / Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji	
Skrócony opis przedmiotu	Przedmiot obejmuje zasady formowania układów równań obserwacyjnych i odpowiadających im układów równań normalnych uwzględniające elementy analizy macierzowej (pochodne względem wektora, funkcji skalarnych, wektorowych i elementy algebry macierzy uogólnionych. Omówiono metody wyrównania sieci geodezyjnych i ich optymalizacji. Przedstawiono zagadnienia wyrównania odpornego na błędy grube (M-estymacja).	

¹ generowana z USOS lub Word, dopuszcza się inną formę zawierającą informacje zawarte we wzorze

Pełny opis przedmiotu
(treści programowe)

Wykład: realizowany konwencjonalnie (metodą podającą), problemowo i konwersatoryjnie:

1. Konstruowanie układów równań normalnych - elementy analizy macierzowej (pochodne względem wektora, funkcji skalarnych, wektorowych). Algebra macierzy w kontekście wyznaczania rozwiązań układów równań obserwacyjnych. Rozkłady LU, Choleskiego LLT, QR, SVD. Odwrotności uogólnione macierzy i ich zastosowanie do rozwiązywania układów równań liniowych – sieci swobodne., /2 godz./
2. Metody wyrównania sieci geodezyjnych: pośrednicząca z warunkami wiążącymi parametry, warunkowa z parametrami, z dodatkowymi ograniczeniami parametrów i pomiarów (metoda dużych wag, redukcji, współczynników Lagrange'a, (przykłady: Z. Wiśniewski, skrypt Kroszczyński, A. Dermanis, E. Osada) /2 godz./
3. Swobodne (nienawiązane) sieci geodezyjne: defekt sieci pomiarowej, algebra macierzy uogólnionych (E. Osada, Z. Wiśniewski, W. Prószyński). Przykłady: swobodna sieć niwelacyjna, liniowo-kątowa.
4. Wyrównanie sekwencyjne: metoda dołączania nowych wyników pomiarów i niewiadomych. Wyrównanie w czasie prowadzenia pomiarów (sieć liniowo kątowa). Optymalizacja sekwencyjna sieci geodezyjnych, planowanie sieci: macierz planu obserwacji i macierz dokładności obserwacji. Planowanie rozmieszczenia obserwacji przy ustalonej ich dokładności. Planowanie dokładności pomiarów przy ustalonym rozmieszczeniu obserwacji - metody oparte na programowaniu matematycznym (największego spadku, Newtona). Wyznaczanie dokładności pomiaru przy założonej macierzy kryteriów. (Z. Wiśniewski, skrypt Kroszczyński, E. Osada), /2 godz./
5. Wyrównanie odporne na błędy grube. M – estymacja. Funkcje wagowe, wybrane funkcje tłumienia. Iteracyjny algorytm wyrównania odpornego (E. Osada, Z. Wiśniewski), /2 godz./
6. Podstawy statystycznych metod wykrywania błędów grubych w obserwacjach.
Przykłady (W. Prószyński, Wolf, Ghiliani – podręcznik u K. Kroszczyńskiego). /2 godz./

Ćwiczenia: prowadzone w formie tradycyjnej (kreda-tablica), oraz problemowej – studenci samodzielnie rozwiązują wybrane zadania zaawansowanych metod opracowań geodezyjnych.

1. Wybrane zagadnienia statystyki matematycznej: przykłady zmiennych losowych wielowymiarowych, spotykanych w opracowaniach geodezyjnych rozkładów prawdopodobieństwa. Wyznaczanie estymatorów wartości oczekiwanej i macierzy kowariancji i korelacji (wyznaczenie charakterystyki dokładności tachimetru). Przykłady estymacji: momentów, największej wiarygodności, metoda najmniejszych kwadratów. Estymacja punktowa, przedziałowa, Statystyczna ocena wyników wyrównania (elipsoidy ufności parametrów wyrównania), /2 godz./
2. Rozwiązywanie dowolnych układów równań liniowych. Macierze uogólnione - pseudoodwrotne normalne, Moore Penrose'a, (notacja, definicje, algebra, sprawdzenie własności). Konstrukcja macierzy pseudoodwrotnych (metody Helmerta Wolfa, metoda wektorów własnych, macierzy uogólnionej normalnej, rozkładu QR na iloczyn macierzy ortonormalnej i górnej trójkątnej), SVD – rozkładu na wartości szczególne, rozwiązywanie układów równań liniowych niedookreślonych (rozwiązanie o minimalnej normie) i nadokreślonych, rozwiązania z defektem macierzy układów równań obserwacyjnych (R. Rao). Interpretacja geometryczna (przestrzeń zerowa). Ilustracja: przykład rachunkowy wyrównania swobodnego sieci niwelacyjnej z wykorzystaniem

	<p>metod konstrukcji macierzy pseudoodwrotnych (Z. Wiśniewski, /2 godz./</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Estymacja komponentów wariancyjnych – metoda Helmerta (skrypty Scilab, Octave), / 2 godz./ 4. Przykład algorytmu wyrównania sekwencyjnego - zależności na uaktualnianie rozwiązań i macierzy kowariancji (formuła ShermanaMorrisona-Woodburiego). Wyrównanie sekwencyjne. Wyrównanie w czasie prowadzenia pomiarów - przykład skryptu (Scilab, Octave) dla sieci liniowo kątovej. Wyrównanie wielogrupowe sieci niwelacyjnej - przykład skryptu (Scilab), /2 godz./ 5. Optymalizacja konstrukcji i sieci geodezyjnych, planowanie sieci., Planowanie eksperymentu - macierz planu obserwacji i macierz dokładności obserwacji. Planowanie rozmieszczenia obserwacji przy ustalonej ich dokładności. Planowanie dokładności pomiarów przy ustalonym rozmieszczeniu obserwacji - metody oparte na programowaniu matematycznym (największego spadku, Newtona). Wyznaczanie dokładności pomiaru przy założonej macierzy kryteriów. Optymalizacja sekwencyjna (Z. Wiśniewski, skrypt Kroszczyński, E.Osada), /2 godz./ 6. Wyrównanie stanowiska tachimetru w nawiązaniu do punktów GPS i geoidy (E. Osada), /2 godz./ 7. Wyrównanie odporne na błędy grube. M – estymacja. Funkcje wagowe, wybrane funkcje tłumienia. Iteracyjny algorytm wyrównania odpornego (E. Osada, Z. Wiśniewski), /2 godz./ 8. Wyrównanie odporne na błędy grube; średnia odporna, wpasowanie sieci do przystających punktów dowiązania (z uwzględnieniem błędów punktów nawiązania), zadanie dopasowania prostej, dopasowanie płaszczyzny poziomej - poziomości fundamentu, dopasowanie płaszczyzny pionowej - pionowość ściany, dopasowanie toru jezdneho, regulacja pozioma i pionowa, analiza odporna obrazu. (E. Osada), /2 godz./ <p>Laboratoria: - prowadzone w formie ćwiczeń laboratoryjnych. Studenci samodzielnie lub w grupach dwuosobowych rozwiązują zadania w środowisku wybranych języków skryptowych, Scilab, Octave, Matlab, MathCad i programów profesjonalnych CGO, Geonet.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wyrównanie GPS-tachimetrycznego ciągu pomiarowego fotopunktów (Osada), /4 godz./ 2. Wyrównanie sieci dwufunkcyjnej (Osada), /4 godz./ 3. Wyrównanie sieci hybrydowej, /4 godz./ 4. Wyrównanie odporne na błędy grube; średnia odporna, wpasowanie sieci do przystających punktów dowiązania (z uwzględnieniem błędów punktów nawiązania), zadanie dopasowania prostej, dopasowanie płaszczyzny poziomej - poziomości fundamentu, dopasowanie płaszczyzny pionowej - pionowość ściany, dopasowanie toru jezdneho, regulacja pozioma i pionowa, analiza odporna obrazu. (E. Osada), 4 godz. <p>Projekt: prowadzony w formie tradycyjnej z użyciem środowisk wybranych języków skryptowych (Scilab, Octave, Matlab) lub specjalistycznego oprogramowania CGO, Geonet. Studenci samodzielnie lub w grupach wykonują opracowanie (teoretyczne i numeryczne) zadania projektowego w oparciu o dostarczone dane i materiały. Temat wybiera student lub zostaje wydany przez wykładowcę, /16 godz./</p>
Literatura	<p>Podstawowa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Osada E., Osada E. Geodezyjne Układy Odniesienia. UxLan Wrocław 2013, 2016 • Wiśniewski Z. Zaawansowane metody opracowania obserwacji geodezyjnych z przykładami. Wyd. UWM, Olsztyn 2013

	<ul style="list-style-type: none"> • Osada E., Osada E. Osnowy geodezyjne. UxLan Wrocław 2013, 2014 • Osada E., Osada E. Geodezyjne pomiary fotogrametryczne. UxLan Wrocław, 2014 • W. Prószyński, M. Kwaśniak. Podstawy geodezyjnego wyznaczania przemieszczeń, Oficyna Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2006 • Wiśniewski Z. Rachunek wyrównawczy w geodezji. Wyd. UWM, Olsztyn 2005 • W. Prószyński, M. Kwaśniak. Podstawy geodezyjnego wyznaczania przemieszczeń, Oficyna Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2006 • Prószyński. Niezawodność sieci geodezyjnych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002. <p>Uzupełniająca:</p> <ul style="list-style-type: none"> • E. Osada, Geodezja (Podręcznik elektroniczny w Mathcadzie), 2002 • Wiśniewski Z., Algebra macierzy i statystyka matematyczna w rachunku wyrównawczym, 2002. • D. Wolf, P. Ghilani, Adjustment computations toolbox. by John Wiley & Sons, Inc. 1997 • Wolf Paul R., Ghilani Charles D., Adjustment Computations. 1996. (Dostępna u K. Kroszczyńskiego). GPS_Toolbox (https://www.ngs.noaa.gov/gps-toolbox/). • Lazzarini T., Hermanowski A., Gaździck J.i, Dobrzycka M, Laudyn I. Geodezja. Geodezyjna osnowa szczegółowa. PPWK. Warszawa, Wrocław, 1990. • K. Boore, G. Strang, Linear Algebra, Geodesy, and GPS, WellesleyCambridge Press, 1997 • E. Brockmann, Combination of solutions for geodetic and geodynamic Applications of the Global Positioning system (GPS), 1997 • R. Rao. Modele liniowe statystyki matematycznej, PWN, 1982.
<p style="text-align: center;">Efekty uczenia się</p>	<p>Symbol i nr efektu przedmiotu / efekt uczenia się / odniesienie do efektu kierunkowego</p> <p>W1 / zna szczegółowo w pogłębionym stopniu wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące zaawansowaną wiedzę uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu geodezji współczesnej obejmującą pozyskiwanie i modelowanie informacji przestrzennej nowoczesnymi metodami / <i>K_W03</i></p> <p>W2 / rozumie pogłębiony opis matematyczny zjawisk fizycznych; rozumie procesy cyfrowego przetwarzania sygnałów pomiarowych; zna szczegółowo w pogłębionym stopniu wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące zaawansowaną wiedzę z zakresu matematyki, fizyki, kartografii matematycznej, cyfrowego przetwarzania sygnałów pomiarowych, zaawansowanych metod opracowania obserwacji, geodezji fizycznej i innych obszarów właściwych dla kierunku geodezja i kartografia przydatną do formułowania i rozwiązywania złożonych zadań z zakresu geodezji i katastru / <i>K_W08</i></p> <p>U1 / potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim, potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie / <i>K_U05</i></p> <p>U2 / potrafi zastosować zaawansowanych metod opracowywania obserwacji geodezyjnych w praktyce; potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski / <i>K_U07</i></p> <p>U3 / umie rozwiązywać naukowo-techniczne problemy geodezji; potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych</p>

	<p>problemów badawczych metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne / <i>K_U08</i></p> <p>K1 / potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role; ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowość podporządkowania się zasadom pracy w zespole i ponoszenia odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania; jest gotów do wypełniania zobowiązań społecznych, inspirowania i organizowania działalności na rzecz środowiska społecznego / <i>K_K01</i></p> <p>K2 / potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy w zakresie działalności inżynierskiej w geodezji lub katastrze; jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy / <i>K_K04</i></p>
<p>Metody i kryteria oceniania (sposób sprawdzania osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów uczenia się)</p>	<p>Przedmiot zaliczany jest na podstawie: egzaminu i zaliczeń. Egzamin jest prowadzony w formie pisemnej lub ustnej. Ćwiczenia zaliczane są na podstawie: kolokwium Ćwiczenia laboratoryjne zaliczane są na podstawie: zrealizowanych zadań obliczeniowych</p> <p>Projekt zaliczany jest na podstawie opracowania teoretycznego i obliczeniowego wydanego zadania projektowego.</p> <p>Warunkiem dopuszczenia do egzaminu/zaliczenia jest zaliczenie ćwiczeń, ćwiczeń laboratoryjnych i projektu.</p> <p>Osiągnięcie efektu U1, U2, U3 - weryfikowane jest podczas ćwiczeń, zajęć laboratoryjnych i projektu, na podstawie aktywności studenta.</p> <p>Osiągnięcie efektu K1, K2 - sprawdzane jest na podstawie wykonania zadań ćwiczeniowych.</p> <p>Osiągnięcie efektu W1, W2 – sprawdzane jest podczas egzaminu.</p> <p>Ocenę bardzo dobrą otrzymuje student, który uzyskał 20 punktów.</p> <p>Ocenę dobłą plus otrzymuje student, który uzyskał 17,5 punktów.</p> <p>Ocenę dobłą otrzymuje student, który uzyskał 15 punktów.</p> <p>Ocenę dostateczną plus otrzymuje student, który uzyskał 12,5 punktów.</p> <p>Ocenę dostateczną otrzymuje student, który zdobył 10 punktów.</p> <p>Ocenę niedostateczną otrzymuje student, który zdobył mniej niż 10 punktów, mimo zaliczenia wszystkich efektów kształcenia.</p>
<p>Bilans ECTS (nakład pracy studenta)</p>	<p>Aktywność / obciążenie studenta w godz.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Udział w wykładach / 12 2. Udział w laboratoriach / 16 3. Udział w ćwiczeniach / 16 4. Udział w seminariach / - 5. Samodzielne studiowanie tematyki wykładów / 10 6. Samodzielne przygotowanie do laboratoriów / 10 7. Samodzielne przygotowanie do ćwiczeń / 10 8. Samodzielne przygotowanie do seminarium / - 9. Realizacja projektu / 16 10. Udział w konsultacjach / 4 11. Przygotowanie do egzaminu / 10 12. Przygotowanie do zaliczenia / 10 13. Udział w egzaminie / 2. <p>Sumaryczne obciążenie pracą studenta: 116. godz./3.ECTS Zajęcia z udziałem nauczycieli (1+2+3+9+10+13): 66 godz./2ECTS Zajęcia powiązane z działalnością naukową/1.ECTS Zajęcia o charakterze praktycznym1 godz./.....ECTS</p>

autor

kierownik
jednostki organizacyjnej odpowiedzialnej za przedmiot

.....

.....

