**Nazwa przedmiotu:**

Astronomia geodezyjna z geodynamiką

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Tomasz Liwosz

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Geodezja i Kartografia

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

GK.SIK312

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

3

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1) Liczba godzin kontaktowych - 48, w tym:
a) obecność na wykładzie - 30 godzin,
b) udział w ćwiczeniach - 15 godzin,
c) konsultacje - 3 godziny.
2) Praca własna studenta 30 godzin, w tym:
a) rozwiązywanie zadań domowych - 10 godzin,
b) praca z literaturą, materiałami z wykładu, przygotowanie do zaliczenia - 20 godzin.
razem: 88 godzin - 3 punkty ECTS.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

1,9 punktu ECTS - liczba godzin kontaktowych - 48, w tym:
a) obecność na wykładzie - 30 godzin,
b) obecność na ćwiczeniach - 15 godzin,
c) konsultacje - 3 godziny.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

1, 4 punktu ECTS - 35 godzin, w tym:
a) obecność na ćwiczeniach - 15 godzin,
b) rozwiązywanie zadań domowych - 10 godzin,
c) praca z materiałami z wykładu - 10 godzin.

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 30h |
| Ćwiczenia: | 15h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

analiza matematyczna, postawy fizyki, geometria i trygonometria na poziomie liceum

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

Zarysowanie miejsca Ziemi we Wszechświecie, historii i obecnego znaczenia astronomii w geodezji i kartografii (a zwłaszcza geodezji satelitarnej). Zapoznanie z zasadami konstrukcji astronomicznych układów współrzędnych i transformacji między nimi (analogie z geodezją), znaczenie trójkąta paralaktycznego w geodezji i nawigacji. Wprowadzenie podstawowych pojęć orientacji układów niebieskich: bieguny sfery niebieskiej, równik niebieski, ekliptyka, punkt Barana. Zaznajomienie się ze zjawiskami ruchu dobowego, zdobycie podstawowej orientacji na niebie (wygląd nieba w różnych porach roku). Zapoznanie ze zjawiskami wpływającymi na współrzędne niebieskie jak: precesja, nutacja, ruch własny, paralaksa, aberracja, refrakcja, ruch bieguna; ich znaczenie w pozycjonowaniu (także metodami geodezji satelitarnej). Zarysowanie metod obliczania współrzędnych pozornych i obserwowanych. Zapoznanie z elementami metrologii czasu (skale czasu obecnie używane, wzorce czasu, podstawy kalendarza). Podkreślenie znaczenia parametrów ruchu obrotowego Ziemi i teorii pływów w geodezji satelitarnej i geodynamice. Pokazanie fundamentalnego znaczenia konstrukcji układu ziemskiego (nieinercjalnego) i niebieskiego (inercjalnego), transformacji między nimi (gdzie znaleźć i jak są definiowane parametry transformacji) i technik obserwacyjnych. Pokazanie związków mechaniki nieba w ujęciu astronomicznym (prawa Keplera) z zasadami opisu orbit w geodezji satelitarnej.

**Treści kształcenia:**

Wykłady: 1) Wprowadzenie: astronomia jako dyscyplina, geodezja a astronomia geodezyjna. Astronomia najstarszą nauką przyrodniczą - rys historyczny rozwoju astronomii i geodezji (badań kształtu i rozmiarów Ziemi). Astronomia sferyczna. 2) Ziemia i jej miejsce we wszechświecie. Budowa Wszechświata, Galaktyki, Układu Słonecznego.
3) Podstawowe układy współrzędnych stosowane w geodezji i astronomii geodezyjnej. Układ ortokartezjański, sferyczny i elipsoidalny. Definicje sferycznych układów współrzędnych: geograficznego, równikowego, godzinnego i horyzontalnego. Współrzędne geograficzne astronomiczne i elipsoidalne: odchylenie pionu. 4) Ruch obrotowy i orbitalny Ziemi a pozorny dobowy ruch sfery niebieskiej i pozorny roczny ruch Słońca. Zjawiska ruchu dobowego sfery niebieskiej. 5) Zjawiska wynikające z ruchu obrotowego i orbitalnego Ziemi i ich wpływ na obserwowane pozycje ciał niebieskich (gwiazdy, planety, sztuczne satelity Ziemi) - aberracja i paralaksa. Refrakcja dla fal w widmie optycznym i radiowym. 6) Czas gwiazdowy średni i czas gwiazdowy prawdziwy, czas słoneczny prawdziwy i czas słoneczny średni - definicje, zależności. Zależność czasu od długości geograficznej, czas uniwersalny i czasy strefowe. Czas atomowy, czas GPS, czas uniwersalny i uniwersalny koordynowany (TU0, TU1, TU2, TUC), zależność pomiędzy czasem uniwersalnym i parametrami ruchu obrotowego Ziemi (kąt obrotu Ziemi ERA). 7) Średnie, pozorne i prawdziwe współrzędne ciał niebieskich. Katalogi i roczniki astronomiczne. 8) Geodynamiczne podstawy układów odniesienia. Dlaczego w geodezji używamy dwóch układów odniesienia. Międzynarodowy Niebieski Układ Odniesienia (ICRF), Międzynarodowy Ziemski Układ Odniesienia (ITRF). Międzynarodowa Służba Ruchu Obrotowego Ziemi i Układów Odniesienia (IERS) i jej zadania. Transformacja współrzędnych z układu ICRF do ITRF. Techniki obserwacyjne: VLBI, SLR, LLR, GNSS. Modele ruchu płyt tektonicznych. Transformacja współrzędnych Ziemskich z epoki na epokę. 9) Elementy mechaniki nieba: ruch ciał niebieskich, ograniczone zadanie dwóch ciał, prawa Keplera. 10) Zjawiska pływowe w geodezji i astronomii.
Ćwiczenia: 1) Podstawy trygonometrii sferycznej. 2) Astronomiczne układy współrzędnych. Transformacja między układami. 3) Ruch dobowy sfery niebieskiej – analiza zjawisk: wschód i zachód, kulminacje, przejście przez pierwszy wertykał i elongacja, zmierzch. 4) Ruch dobowy Słońca. Obliczanie parametrów wschodu i zachodu Słońca. 5) Rocznik Astronomiczny, katalogi gwiazd, oprogramowanie astronomiczne. 6) Czasy stosowane w astronomii i geodezji. Przeliczanie czasów. 7) Wzory różniczkowe trygonometrii sferycznej. Efemerydy. 8) Miejsca pozorne ciał niebieskich. Analiza zjawisk wpływających na zmiany współrzędnych pozornych. Analiza astronomicznych metod wyznaczania pozycji i azymutu. Algorytmy redukcji obserwacji w różnych przypadkach.

**Metody oceny:**

Zaliczenie wykładów: 2 kolokwia około 6 i 13 tygodnia semestru, kolokwium poprawkowe – ostatni wykład, ostatnia godzina wykładu w semestrze. Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych : zaliczone na podstawie zestawu obowiązkowych ćwiczeń obliczeniowych, aktywność na zajęciach (rozwiązanie zadań przy tablicy), ewentualne zaliczenia ustne ostatnie zajęcia w semestrze. Obowiązek uczestnictwa w zajęciach; dopuszczalne są 2 nieobecności usprawiedliwione. Obowiązek usprawiedliwienia nieobecności w terminie 2 tygodni po nieobecności na zajęciach.
Zasady ustalania oceny łącznej z przedmiotu: Każdy składnik (to jest: wykłady i ćwiczenia) wpływa na ocenę łączną przedmiotu i musi być zaliczony. Ocena łączna jest średnią ważoną obliczoną wg. zasad 5,0 – pięć (4,75 – 5,0); 4,5 – cztery i pół (4,26-4,74),4,0 –cztery (3,76-4,25), 3,5-trzy i pół (3,26-3,75), 3,0-trzy (3,0-3,25).

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Barbara Kołaczek: „Astronomia sferyczna z ćwiczeniami”. WPW 1976.
2. Jan Mietelski. „Astronomia w geografii”. PWN 2006.
3. Wiesław Opalski, Ludosław Cichowicz: „Astronomia geodezyjna”. PPWK 1977.
4. Ireneusz Pawłowicz: „Trygonometria sferyczna w ujęciu wektorowym”. WPW 1980.
5. „Rocznik Astronomiczny na rok 2014”. Instytut Geodezji i Kartografii
6. Eugeniusz Rybka: „Astronomia ogólna” PWN 1983
7. Tadeusz Jarzębowski: "Elementy astronomii." PPWK 1972
8. S. Wierzbiński: „Wstęp do astronomii matematycznej” 1950
9. J. Witkowski: „Astronomia sferyczna.” PWN 1953
10. F. Kępiński: „Astronomia sferyczna” WPW 1959
11. L. Cichowicz: „Astronomia sferyczna” WPW 1965
12. M. Karpowicz, K. Rudzki: „Zadania z astronomii ogólnej” PWN 1960
13. E. M. Rogers: „Fizyka dla dociekliwych Część II: Astronomia” PWN 1986
14. J. M. Kreiner: „ Astronomia z astrofizyką” PWN 1988
15. K. Włodarczyk: „Przewodnik po gwiezdnym niebie” Wydawnictwo ‘Sport i turystyka’ 1989
16. P. Kulikowski: „Poradnik miłośnika astronomii”. Wyd. II. PWN, Warszawa 1976
17. T.Wilgat: „ Geografia astronomiczna ”
18. Jean Kovalevsky, P. Kenneth Seidelmann: “Fundamentals of Astrometry” Cambridge University Press, 2004
19. Jean Meeus : „Astronomical Algorithms” Willmann-Bell, 1991
20. Ian Morison: “Introduction to Astronomy and Cosmology” Wiley 2008
21. Günter D. Roth (Editor): ” Handbook of Practical Astronomy” Springer Berlin Heidelberg 2009
22. Paul J. Heafnet: “Fundamental Ephemeris Computations”
23. Guy Ottewell: ” The Astronomical Companion”
24. V. Shebehely: “Adventures in Celestial Mechanics”
25. O. Montenbruck, E. Gill: „Satellite Orbits“

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

Brak

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt GK.SIK312\_W01:**

Osoba ma podstawową wiedzę z zakresu astronomii i trygonometrii sferycznej oraz zna systemy i skale czasu. Opanowane podstawy trygonometrii sferycznej, astronomii sferycznej i astronomicznych układów współrzędnych. Wszechstronna orientacja w zakresie skal czasu i metrologii czasu. Głębsze rozeznanie w zakresie astronomicznych układów współrzędnych. Rozróżnia układy lokalne i nielokalne. Posługuje się kątami Eulera w transformacji między układami. Osoba zna dostępne katalogi gwiazd, roczniki astronomiczne, atlasy i mapy nieba – także na poziomie specyfiki tworzenia i stosowania.

Weryfikacja:

sprawdzian wiadomości z wykładu
ćwiczenia domowe

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W02

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01

**Efekt GK.SIK312\_W02:**

Osoba ma wiedzę z zakresu geodezyjnych systemów i układów odniesienia: zna sposób tworzenia i funkcję niebieskiego (ICRF) i ziemskiego (ITRF) układu odniesienia, oraz zasadę transformacji między nimi i jej fundamentalny związek z geodynamiką. Głębsze poznanie metod realizacji i zastosowania inercjalnego niebieskiego układu odniesienia. Osoba zna etapy transformacji między układem ziemskim a niebieskim (macierz-precesja nutacja, kąt obrotu Ziemi, układ pośredni). Zrozumienie relacji między współrzędnymi ziemskimi a niebieskimi.

Weryfikacja:

sprawdzian wiadomości z wykładu, ćwiczenia domowe

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W02, K\_W08, K\_W09

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01, T1A\_W03, T1A\_W03

**Efekt GK.SIK312\_W03:**

Osoba ma podstawową wiedzę z zakresu ruchu obrotowego Ziemi: zrozumienie funkcji i zastosowań parametrów ruchu obrotowego ziemi (współrzędne bieguna i czas UT1 obrotu Ziemi ERA) w astronomii i geodezji satelitarnej. Osoba poznała podstawy teorii ruchu obrotowego Ziemi.

Weryfikacja:

sprawdzian wiadomości na wykładzie, ćwiczenia domowe

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W02, K\_W08

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01, T1A\_W03

**Efekt GK.SIK312\_W04:**

Umiejętność analizy ruchu dobowego, orientacja na niebie (kierunki świata, punkty kardynalne). Obliczanie parametrów ruchu dobowego Słońca (długość dnia, azymut wschodu/zachodu).

Weryfikacja:

sprawdzian wiadomości na wykładzie, ćwiczenia domowe

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W02

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01

**Efekt GK.SIK312\_W05:**

Zna metody wyznaczania miejsc pozornych, efemeryd. Rozumie zjawiska precesji, nutacji, paralaksy, aberracji, refrakcji i ich konsekwencje praktyczne (dla pomiarów pozycyjnych). Osoba zna zasady astronomicznych wyznaczeń pozycji, relacje pomiędzy współrzędnymi geograficznymi astronomicznymi a geodezyjnymi oraz pojęcie odchylenia pionu.

Weryfikacja:

sprawdzian wiadomości na wykładzie, ćwiczenia domowe

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W02

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01

**Efekt GK.SIK312\_W06:**

Osoba zna praktyczne zastosowania praw Keplera i współczesne zastosowania mechaniki nieba w astronomii, geodezji satelitarnej i badaniach kosmicznych.

Weryfikacja:

sprawdzian wiadomości na wykładzie

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W02

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt GK.SIK312\_U01:**

Umiejętność podstawowych obliczeń w zakresie trygonometrii sferycznej, transformacji astronomicznych (szerzej: sferycznych) układów współrzędnych. Analiza obliczeniowa i jakościowa ruchu dobowego.

Weryfikacja:

ćwiczenia domowe

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U03, K\_U07

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U03, T1A\_U09, T1A\_U10

**Efekt GK.SIK312\_U02:**

Używa trójkąta paralaktycznego i macierzy obrotu w transformacjach współrzędnych. Przelicza między skalami czasu. Posługuje się parametrami obrotu Ziemi. Rozróżnia różne systemy chronologii i kalendarza.

Weryfikacja:

ćwiczenia domowe

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U03

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U03