**Nazwa przedmiotu:**

Geofizyka

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. Michał Kruczyk

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Geodesy and Cartography

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1060-GK000-MSA-1003

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

1) kontakt z wykładowcą 32, w tym:
a) obecność na wykładach - 15 godzin,
b) obecność na ćwiczeniach - 15 godzin,
c) konsultacje - 2 godziny.
2) indywidualna praca studenta
a) przygotowanie do testu zaliczeniowego - 8 godzin,
b) rozwiązywanie zadań domowych - 7 godzin,
c) praca z literaturą - 10 godzin,
Lącznie: 57 godzin - 2 punkty ECTS.

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

1,3 punktu ECTS - kontakt z wykładowcą 32, w tym:
a) obecność na wykładach - 15 godzin,
b) obecność na ćwiczeniach - 15 godzin,
c) konsultacje - 2 godziny.

**Język prowadzenia zajęć:**

angielski

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

1 punkt ECTS - 24 godziny, w tym:
a) udział w ćwiczeniach - 15 godzin,
b) konsultacje - 2 godziny,
c) rozwiązywanie zadań domowych - 7 godzin.

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

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

**Wymagania wstępne:**

fizyka na kursie inżynierskim,
analiza matematyczna na poziomie matury

**Limit liczby studentów:**

no limits!

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie z podstawowymi zjawiskami i procesami zachodzącymi we wnętrzu Ziemi, w hydrosferze i atmosferze oraz własnościami pola magnetycznego Ziemi.
Wprowadzenie szeregu pojęć występujących później w geodezji: izostazja (wypiętrzenie postglacjalne), model ruchu płyt kontynentalnych, pływy, obciążenia atmosferyczne i oceaniczne.
Opis pola magnetycznego: pole geomagnetyczne, biegun i współrzędne geomagnetyczne, anomalie geomagnetyczne.
Poznanie niektórych metod geofizyki poszukiwawczej (np. sondowania sejsmiczne).
Poznanie elementów optyki geometrycznej (równanie promienia), współczynnik refrakcji i ich związek z pomiarami geodezyjnymi.

**Treści kształcenia:**

Wykład:

1) Zakres zagadnień geofizyki, związki z geodezją planetarną. Ziemia jako planeta. Jej szczególne cechy. Miejsce Ziemi w Układzie Słonecznym.
2) Ogólne informacje na temat budowy Ziemi. Zjawisko izostazji, wypiętrzanie poglacjalne. Hipoteza Wegenera, ruch płyt tektonicznych. Typy styku płyt kontynentalnych. Strefy subdukcji, obszary ryftowe. Modele płyt kontynentalnych i ich ruchu. Zjawiska wulkaniczne. Punkty gorąca.
3) Przebieg gęstości, temperatury, przyspieszenia i ciśnienia wewnątrz Ziemi. Współczesny model budowy wnętrza Ziemi (model PREM). Trzęsienia Ziemi – rozmieszczenie geograficzne i przyczyny. Typy fal sejsmicznych i ich prędkości. Elementy sejsmologii: ognisko, hipocentrum i epicentrum trzęsienia, wyznaczanie trajektorii promienia sejsmicznego we wnętrzu Ziemi, hodograf. Odbicie i załamanie fal sejsmicznych. Strefa cienia i odkrycie jądra Ziemi. Stałe sprężystości Ziemi – tensor odkształceń, tensor naprężeń, stałe Lamego i inne parametry sprężystości. Skala Richtera. Wykorzystanie fal sejsmicznych w badaniach (tomografii) wnętrza Ziemi. Sondaże sejsmiczne.
4) Zjawiska elektromagnetyczne: równania Maxwella, siła Lorenza itp. Struktura pola magnetycznego Ziemi. Współrzędne kartezjańskie i krzywoliniowe w opisie pola magnetycznego Ziemi. Zmiany wiekowe, archeomagnetyzm. Odziaływania pola magnetycznego z materią (ferromagnetyki). Paleomagnetyzm, związki z dryfem kontynentów, inwersje pola. Geneza pola magnetycznego Ziemi (teoria samowzbudnego geodynamo). Pole magnetyczne zewnętrzne i wewnętrzne – opis Gaussa i Szmidta. Rozkład pola magnetycznego na składowe dipolowe i niedipolowe. Zmienne pole magnetyczne i jego składowe. Magnetosfera, pasy promieniowania uwięzionego, jonosfera. Burze magnetyczne. Aktywność Słońca – zjawiska magnetyczne (magnetohydrodynamika), cykl aktywności, rozbłyski i wyrzuty koronalne.
5) Elementy hydrologii. Cykl wodny. Własności fizyczne oceanu światowego (temperatura, zasolenie). Pionowy profil temperatury (termoklina), zasolenia i gęstości w oceanie. Zasolenie a gęstość wody morskiej, cyrkulacja termohalinowa. Elementy optyki i akustyki morza; zawartość tlenu. Dynamika oceanów - pobudzanie przez oddziaływania grawitacyjne i siły powierzchniowe, siła Coriolisa. Prądy morskie i ich znaczenie dla klimatu, globalna cyrkulacja oceanów. Typy prądów morskich: dryfowe, geostroficzne, głębokowodne, transport Ekmana, upwelling. Falowanie – rodzaje fal (fala głębokowodna i płytkowodna) i ich własności. Szczególne odmiany fal: sejsze, spiętrzenia dryfowe, fale baroklinowe, pływy, tsunami.
6) Budowa i skład atmosfery ziemskiej. Przebieg temperatury i ciśnienia w profilu pionowym. Termodynamika a cyrkulacja atmosfery. Insolacja, albedo powierzchni ziemi. Globalne komórki cyrkulacyjne. Wiatr geostroficzny, cyklostroficzny i quasigeosteroficzny. Cyklony. Strefy aktywności atmosfery, a pogoda (fronty atmosferyczne). Front polarny i niestabilność baroklinowa, fale planetrane Rossby’ego. Wiatry strumieniowe. Szczególe rodzaje cyrkulacji: monsuny, bryza, wiatry fenowe, fale grawitacyjne. Przepływ powietrza nad gruntem – warstwa graniczna. Para wodna w atmosferze. Zachmurzenie (typy chmur) i opady. Komórka burzowa, zjawiska elektryczne w atmosferze. Tornada. Wody gruntowe; powodzie. Refrakcja i inne zjawiska optyczne w atmosferze. Techniki obserwacji i pomiarów meterologicznych. Podstawy numerycznego prognozowania pogody. Czynniki klimatu. Klimat Polski.
7) Zmiany klimatu. Efekt cieplarniany – elementy termodynamiki atmosfery. Promieniowanie termiczne powierzchni Ziemi i atmosfery. Bilans energetyczny atmosfery. Historia Ziemi i zmiany globalne systemu ziemskiego.

Ćwiczenia:

1. Model „inverted barometer” reakcji oceanu na zmiany ciśnienia atmosferycznego, wyznaczenie parametrów zmiany powierzchni oceanu przy założeniu równowagi hydrostatycznej. Przeprowadzenie analizy ilościowej modeli izostazji Airy’ego i Pratta – obliczenia grubości skorupy ziemskiej (a wyznaczenia sejsmiczne i satelitarne). Pionowe ruchy skorupy ziemskiej, wypiętrzanie poglacjalne.
2. Trzęsienia Ziemi i fale sejsmiczne. Rodzaje fal sejsmicznych, droga i prędkość fal we wnętrzu Ziemi. Elementy sejsmologii: wyznaczanie trajektorii promienia sejsmicznego we wnętrzu Ziemi, równanie promienia, wzór Bendorfa, hodograf, wyznaczanie epicentrum i głębokości ogniska, skala Richtera. Zasada tomografii sejsmicznej.
3. Stałe sprężystości Ziemi - wpływ deformacji sprężystych Ziemi na pomiary geodezyjne. Liczby Love’a. Wyprowadzenie równań definiujących współczynnik klinometryczny, astronomiczny i grawimetryczny. Tradycyjne i satelitarne metody wyznaczenia liczb Love’a i ich wykorzystanie we współczesnej geodezji (pływy litosfery, współczynnik grawimetryczny). Obciążeniowe liczby Love’a i typy obciążeń (np. atmosfera, hydrologia).
4. Parametry opisu pola w układzie kartezjańskim i sferycznym (deklinacja i inklinacja magnetyczna). Natężenie i indukcja pola magnetycznego, jednostki. Deklinacja magnetyczna i pomiary magnetyczne w Polsce; osnowa magnetyczna. Zmiany wiekowe. Pole magnetyczne zewnętrzne i wewnętrzne - opis Gaussa i Szmidta. Wyznaczanie współczynników pola magnetycznego Ziemi w opisie Gaussa. Obliczanie lokalnych parametrów pola magnetycznego na bazie współczynników Gaussa. Pole magnetyczne Ziemi a biegun i równik geomagnetyczny. Obliczanie współrzędnych bieguna geomagnetycznego Ziemi i współrzędnych geomagnetycznych stacji pomiarowej. Anomalie magnetyczne. Stałe i zmienne pole magnetyczne. Składowe zmiennego pola magnetycznego (zmiany spokojne, wariacja księżycowa, zmiany zaburzone i nieregularne).
5. Cykl wodny. Zasolenie, temperatura a gęstość wody morskiej. Obliczanie prędkości dźwięku w wodzie morskiej. Prądy oceaniczne – cyrkulacja globalna. Elementy mechaniki płynów – rówania Naviera-Stokesa. Typy falowania i ich opis matematyczny. Tsunami. Zjawiska pływowe. Modelowanie pływów oceanicznych – opis mechanizmu fizycznego i definicja siły pływotwórczej. Rozwinięcie w szereg harmonik kulistych z wykorzystaniem obciążeniowych liczby Love’a. Dynamiczna teoria pływów oceanicznych, punkty amfidromiczne, fale Kelvina, prądy pływowe itp.
6. Elementy fizyki atmosfery – budowa i skład atmosfery ziemskiej. Podstawowe zależności między parametrami atmosfery. Równanie stanu powietrza suchego. Model atmosfery hydrostatycznej, inne modele atmosfery (izotermiczny, o stałym gradiencie termicznym itp.). Wzory barometryczne. Modele globalnej cyrkulacji atmosfery ziemskiej. Własności optyczne atmosfery. Refrakcja dla modelu atmosfery płaskiej. Elementy optyki geometrycznej (równanie promienia), całka refrakcji, refraktywność powietrza i ich związek z pomiarami geodezyjnymi. Wzory na refraktywność powietrza używane w geodezji; współczynnik refrakcji w geodezji. Refraktywność w podczerwieni.

**Metody oceny:**

ćwiczenia: zadania domowe i aktywność przy tablicy
dopuszczalna jest tylko jedna nieobecność nieusprawiedliwiona na ćwiczeniach
wykład: sprawdzian pisemny

Ocena jest wystawiana na podstawie łącznej liczny punktów uzyskanych na ćwiczeń i z egzaminu.
Oceny wpisywane są według zasady: 5,0 – pięć (4,76 – 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. Barlik Marcin (1986). Wybrane zagadnienie z geofizyki, Wydawnictwa PW, Warszawa.
2. Bilski Edmund (1971). Geofizyka, Wydawnictwa PW, Warszawa
3. Stenz Edward, Maria Mackiewicz (1964). Geofizyka ogólna, PWN, Warszawa.
4. Kożuchowski K. (red.) (2005). Meteorologia i klimatologia. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa
5. Alyn C. Duxbury, Alison B. Duxbury, Keith A. Sverdrup (2002). Oceany świata. PWN. Warszawa
6. Stanley Steven M. (2005). Historia Ziemi, PWN, Warszawa
7. Woś Alojzy (2006). Meteorologia dla geografów, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań
8. Encyklopedia fizyki współczesnej (1983): Opracowanie zbiorowe, PWN, Warszawa
9. Mizerski W. (2010). Geologia dynamiczna. PWN, Warszawa
10. van Andel, Tjerd (2001). Nowe spojrzenie na starą planetę. PWN, Warszawa
11. Teisseyre Roman (redaktor monografii) (1983). Fizyka i ewolucja wnętrza Ziemi. PWN, Warszawa
12. Bujakiewicz-Grabowska E., Mikulski Z. (2013). Hydrologia ogólna, PWN, Warszawa
13. Klejnowski R. Atlas pogody, Wydawnistwo Pascal
14. Dera Jerzy (2003). Fizyka morza. PWN, Warszawa
15. Goody R.M., J.C.G. Walker (1978). O atmosferach. PWN, Warszawa
16. Clark S.P. Jr. (1979). Budowa Ziemi. PWN, Warszawa
17. J. Leiwa-Kopystyński, R. Teisseyre (1984). Budowa wnętrza Ziemi. PWN, Warszawa
18. Kossakowska-Cezak U., Bujakiewicz-Grabowska E. (2009). Podstawy hydrometeorologii. PWN, Warszawa
19. Hackel Hans (2009). Pogoda i klimat. MULTICO Oficyna Wydawnicza, Warszawa
20. Czechowski L. (1994). Tektonika płyt i konwekcja w płaszczu Ziemi. PWN, Warszawa

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt GK.SMK121\_W1:**

Ma wiedzę o podstawowych zjawiskach i procesach zachodzących we wnętrzu Ziemi, w hydrosferze i atmosferze oraz własnościach pola magnetycznego Ziemi. Rozumie szereg pojęć występujących później w geodezji: model ruchu płyt kontynentalnych, pływy, obciążenia atmosferyczne i oceaniczne, harmoniki sferyczne. Zna elementy optyki geometrycznej itp.

Weryfikacja:

homework, test

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W02

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01, T2A\_W02

**Efekt GK.SMK121\_W2:**

Osoba ma podstawową (i pogłębioną) wiedzę z zakresu ruchu płyt litosferycznych i tektoniki płyt. Tektonika płyt a globalne geodezyjne systemy odniesienia.

Weryfikacja:

homework, test

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W02

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01, T2A\_W02

**Efekt GK.SMK121\_W3:**

Osoba ma wiedzę z zakresu pola magnetycznego Ziemi: pole geomagnetyczne, parametry opisu pola w układzie kartezjańskim i sferycznym (deklinacja i inklinacja magnetyczna), biegun geomagnetyczny i współrzędne geomagnetyczne.

Weryfikacja:

homework, test

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

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01, T2A\_W02, T2A\_W05, T2A\_W06

**Efekt GK.SMK121\_W4:**

Osoba zna budowę atmosfery i zasady budowy modeli atmosfery używanych w geodezji, meteorologii i transporcie.
Przeliczenia parametrów meteorologicznych: ciśnienia, temperatury i wilgotności.

Weryfikacja:

homework, test

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W02

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01, T2A\_W02

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt GK.SMK121\_U1:**

Osoba umie analizować i opracowywać rozwiązania zadań geodezyjnych z wykorzystaniem wiedzy o środowisku przyrodniczym: litosferze, hydrosferze i atmosferze.

Weryfikacja:

homework, test

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U01, K\_U05, K\_U11

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U01, T2A\_U10, T2A\_U11, T2A\_U09, T2A\_U10, T2A\_U11