| UNIWERSYTET MORSKI W GDYNI - WYDZIAŁ NAWIGACYJNY | | | |
|---|---|---|---|
| **Nr:** | | **Przedmiot:** | **ASTRONAWIGACJA** |
| **Kierunek / Poziom kształcenia:** | | | **NAWIGACJA / PIERWSZEGO STOPNIA** |
| **Forma studiów:** | | | **STACJONARNE** |
| **Profil kształcenia:** | | | **PRAKTYCZNY** |
| **Specjalność:** | | | |

| SEMESTR | ECTS | Liczba godzin w tygodniu | | | | | Liczba godzin w semestrze | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | W | C | L | P | S | W | C | L | P | S |
| II | 1 | | | | | | 5 | 10 | | | |
| III | 2 | | | | | | 15 | | 15 | | |
| IV | 3 | | | | | | 15 | 20 | | | |
| Razem w czasie studiów: | | | | | | | 80 | | | | |

**Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji (jeśli dotyczy przedmiotu)**

| | |
|---|---|
| 1 | Zakres wiedzy z matematyki, fizyki i nawigacji |

**Cele przedmiotu**

| | |
|---|---|
| 1 | W wyniku szkolenia osoba szkolona powinna uzyskać wiedzę w zakresie prowadzonych obserwacji i obliczeń związanych wyznaczeniem astronomicznej linii pozycyjnej i innych obliczeń związanych z ruchem ciał niebieskich. |
| 2 | W wyniku szkolenia osoba szkolona powinna uzyskać umiejętności w zakresie wyznaczanie pozycji statku poprzez obserwacje ciał niebieskich, określanie ich dokładności; obliczanie wartość poprawki kompasów; |

**Efekty kształcenia dla całego przedmiotu (EKP) – po zakończeniu cyklu kształcenia**

| | | |
|---|---|---|
| EKP1 | Ma wiedzę w zakresie matematyki, fizyki, astronomii i nawigacji niezbędną do formułowania i rozwiązywania typowych prostych zadań związanych z obliczeniem elementów ALP i jej wykreśleniem. | Na_W01<br>Na_W13 |
| EKP2 | Potrafi uzyskiwać informacje z wydawnictw i pomocy nawigacyjnych oraz innych źródeł informacji, integrować je dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski i formułować opinie. | Na_U01<br>Na_U12 |
| EKP3 | Potrafi dokonać analizy i wybrać właściwą metodę rozwiązania postawionego problemu w zakresie stosowanych metod astronawigacyjnych. | Na_U11<br>Na_U15 |

**Treści programowe**

**Semestr II**

| Lp. | Zagadnienia | Liczba godzin | | | | | Odniesienie do EKP dla przedmiotu | Odniesienie do RPS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | W | C | L | P | S | | |
| 1 | Trójkąt sferyczny. | 1 | 2 | | | | EKP1 | 9.1.4.1 |
| 2 | Podstawowe wzory trygonometrii sferycznej. | 2 | 4 | | | | EKP1 | 9.1.4.2 |
| 3 | Trójkąt sferyczny prostokątny. | 2 | 4 | | | | EKP1 | 9.1.4.3 |

**Semestr III**

| Lp. | Zagadnienia | Liczba godzin | | | | | Odniesienie do EKP dla przedmiotu | Odniesienie do RPS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | W | C | L | P | S | | |
| 1 | Astronomiczne podstawy astronawigacji. Układ Słoneczny, gwiazdy. Orbity, odległości i inne parametry fizyczne ciał niebieskich (CN). Jasności CN. Gwiazdy i gwiazdozbiory - nazewnictwo. CN jako | 2 | | | | | EKP1 | 9.1.8.1 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **punkty do wyznaczania pozycji obserwowanej - geocentryczne traktowanie świata w astronawigacji.** | | | | | | | |
| **2** | **Układy współrzędnych astronomicznych. Układ współrzędnych horyzontalnych. Układ współrzędnych równikowych absolutnych (II). Układ współrzędnych równikowych lokalnych (miejscowych) (I).** | **1** | | | | | **EKP1** | **9.1.8.2, 9.1.8.3** |
| **3** | **Trójkąt paralaktyczny. Graficzne rozwiązywanie trójkątów sferycznych, określanie współrzędnych równikowych i horyzontalnych, zasady rysowania biegunów i stron świata przy graficznym przechodzeniu pomiędzy układami. Określanie wysokości CN na I wertykale, i na południku miejscowym. Określanie azymutów wschodów i zachodów CN. Określanie kątów godzinnych w momentach wschodów, zachodów i przejść CN przez I wertykał. Określanie widoczności CN. Analityczne rozwiązywanie trójkątów sferycznych, obliczanie wysokości i azymutów CN (wzory), obliczanie azymutów astronomicznych wschodów i zachodów CN, obliczanie momentów astronomicznych wschodów, zachodów i przejść CN przez I wertykał za pomocą obliczania kątów godzinnych wyżej wymienionych momentów. Obliczanie warunków widoczności CN. Zastosowanie kalkulatorów do obliczeń. Mianowanie azymutów w systemach ćwiartkowym i połówkowym.** | **1** | | **2** | | | **EKP1, EKP2** | **9.1.8.4, 9.1.8.5** |
| **4** | **Ruch CN w funkcji czasu i położenia obserwatora (ϕ). Podział CN na okołobiegunowe i wschodząco – zachodzące. Astronomiczne wschody i zachody CN - azymuty i momenty (kąty godzinne). Świty i zmierzchy nawigacyjne i cywilne – momenty. Przejścia CN przez I wertykał - wysokości i momenty. Przejścia CN przez południk miejscowy - momenty, azymuty i wysokości kulminacji górnych i dolnych. Obliczanie szerokości z kulminacji.** | **2** | | | | | **EKP1, EKP2** | **9.1.8.4, 9.1.8.5** |
| **5** | **Czas w astronawigacji. Czas słoneczny prawdziwy i średni (LMT) jako kąty godzinne Słońca liczone od dołowania. Czas gwiazdowy - kąt godzinny punktu Barana. Czas uniwersalny (UT, GMT). Czas strefowy (TS), strefy czasowe i linia zmiany daty. Zależności pomiędzy, UT, LMT i TS. Chronometr i okrętowa służba czasu. Kalendarz. Obliczenia związane z czasem w astronawigacji - obliczanie zależności pomiędzy UT, LMT i TS, obliczanie numeru strefy (S), zmiana czasu i daty, czas okrętowy (TO), stan chronometru (ST) i jego chód dobowy (ω), przybliżone i dokładne ustalanie momentu i daty obserwacji na podstawie wskazań chronometru i TS momentu obserwacji.** | **1** | | **1** | | | **EKP1, EKP2** | **9.1.8.6, 9.1.8.7** |
| **6** | **Morski Rocznik Astronomiczny - Nautical Almanac (NA). Konstrukcja rocznika i podstawy teoretyczne wartości liczbowych zamieszczonych w NA. Współrzędne równikowe: Słońca, Księżyca, punktu Barana i gwiazd. Tabele przyrostów kątów godzinnych i deklinacji. Tabele poprawek szerokościowych i długościowych do obliczania momentów zjawisk astronomicznych. Widoczności planet (diagram). Kalendarze. Poprawki zmierzonych wysokości ciał niebieskich. Obliczenia w oparciu o dane z Nautical Almanac współrzędnych równikowych cn i punktu Barana na pełne godziny UT oraz uwzględnianie przyrostów do momentu obserwacji. Retardacja (akceleracja). Obliczanie momentów zjawisk astronomicznych - widocznych (wschody i zachody Słońca i Księżyca, świty i zmierzchy nawigacyjne i cywilne). Wykorzystanie NA przy identyfikacji planet i mniej jasnych gwiazd.** | **1** | | **2** | | | **EKP2, EKP3** | **9.1.8.8** |
| **7** | **Sekstant, teoria i budowa, pomiary wysokości ciał niebieskich. Teoria i budowa. Błędy przypadkowe, ich określanie i eliminacja. Błędy systematyczne - ocena i eliminacja. Wpływ warunków obserwacji na mierzone wysokości ciał niebieskich. Obniżenie widnokręgu wynikające z geometrii Ziemi oraz różnic wartości temperatury powietrza i wody. Refrakcja. Widoczny promień ciała niebieskiego. Paralaksa ciała niebieskiego. Technika mierzenia kątów pionowych i poziomych. Odczyty pomiarów. Ocena i eliminacja błędów. Poprawianie zmierzonych wysokości ciał niebieskich za pomocą,** | **1** | | **2** | | | **EKP1, EKP2, EKP3** | **9.1.8.9, 9.1.8.10** |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | tablic nawigacyjnych (TN), rocznika astronomicznego (NA) i wzorów aproksymacyjnych. | | | | | | | |
| 8 | Odwzorowania kartograficzne w astronawigacji. Odwzorowanie płaszczyznowe (azymutalne) poprzeczne i normalne - siatka stereograficzna. | 1 | | | | | EKP1 | |
| 9 | Tablice specjalne do obliczania wysokości i azymutów. Obliczanie wysokości i azymutów za pomocą HD 605 - metoda standardowa i pełna, aproksymacja alp za pomocą siecznej. Identyfikacja CN za - pomocą tablic HD 605 i NA. | | | 2 | | | EKP2, EKP3 | 9.1.8.11, 9.1.8.12, 9.1.8.14 |
| 10 | Identyfikacja gwiazd i planet. Identyfikacja wizualna – astrognozja. Płaski identyfikator gwiazdowy (NP323). Globusy gwiazdowe. Tablice do obliczania wysokości i azymutów. Odwzorowania kartograficzne. Dobór gwiazd i planet do obserwacji astronawigacyjnych. Identyfikacja gwiazd i planet za pomocą metod wizualnych, identyfikatorów, globusów gwiazdowych i siatki stereograficznej. Przygotowanie nawigatora do obserwacji - dobór gwiazd i planet. | 1 | | 1 | | | EKP1, EKP2, EKP3 | 9.1.8.15 |
| 11 | Okrąg pozycyjny. Rzut CN na Ziemię - biegun oświetlenia. Porównanie trójkąta paralaktycznego na niebie i na Ziemi. Astronomiczna linia pozycyjna ALP jako fragment okręgu pozycyjnego. Metody określania ALP: wysokościowa (Marcq St Hilaire), długościowa i szerokościowa. Zniekształcenia odwzorowawcze. Aproksymacja okręgu pozycyjnego za pomocą, stycznej lub siecznej. Obliczanie i wykreślanie elementów ALP. Mapa, plotting, południk konstrukcyjny. Szczególne przypadki obliczania i wykreślania alp: z obserwacji przypołudnikowych, z Gwiazdy Biegunowej ($\alpha$UMi). Bezpośrednie wykreślanie okręgu pozycyjnego na mapie, z rzutu CN na Ziemie. | 2 | | 2 | | | EKP1, EKP2, EKP3 | 9.1.8.12, 9.1.8.13 |
| 12 | Uwzględnianie wpływu ruchu statku na wysokość CN - sprowadzanie obserwacji do wspólnego zenitu i jego ograniczenia (obserwacje niejednoczesne). Sprowadzanie obserwacji do wspólnego zenitu, graficzne i analityczne. | 1 | | | | | EKP1, EKP2, EKP3 | 9.1.8.17 |
| 13 | Pozycja obserwowana – Po($\phi$o, $\lambda$o). Graficzne określanie pozycji obserwowanej z 2 ALP. Graficzne określanie pozycji obserwowanej z 3 ALP, trójkąt błędów, jego analiza i określanie współrzędnych geograficznych. Pary ALP, linie ekwiwalentne. Graficzne określanie pozycji obserwowanej z 4 ALP. Graficzne określanie Po($\phi$o, $\lambda$o) z n ALP. Analiza wieloboku błędów. | 1 | | 3 | | | EKP1, EKP2, EKP3 | 9.1.8.17, 9.1.8.18 |

Semestr IV

| Lp. | Zagadnienia | Liczba godzin | | | | | Odniesienie do EKP dla przedmiotu | Odniesienie do RPS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | W | C | L | P | S | | |
| 1 | Błędy w astronawigacji - powstawanie i ich klasyfikacja. | 2 | | | | | EKP1, EKP2, EKP3 | 9.1.8.1 |
| 2 | Błędy grube(omyłki), ich wykrywanie i eliminacja. Błędy systematyczne, ich określanie i eliminacja. Błędy przypadkowe i ich określanie. | 2 | | | | | EKP1 | 9.1.8.1 |
| 3 | Określanie błędów przypadkowych ALP i Po($\phi$o, $\lambda$o). Seria pomiarów wysokości, sprowadzanie obserwacji do wspólnego momentu, uśrednianie serii, oszacowanie błędu przypadkowego. Błędy przypadkowe pomiarów. Błędy przypadkowe ALP i Po($\phi$o, $\lambda$o) z 2, 3 oraz z wielu ALP. Błąd średni Po($\phi$o, $\lambda$o). Sprowadzanie serii obserwacji do wspólnego momentu i uśrednianie jej. Obliczanie błędów przypadkowych z serii pomiarów wysokości i serii pomiarów błędu indeksu. Obliczanie błędów ALP i Po($\phi$o, $\lambda$o) z 2, 3 i więcej ALP. | 2 | 2 | | | | EKP2, EKP3 | 9.1.8.10, 9.1.8.17 |
| 4 | Analityczne określanie Po($\phi$o, $\lambda$o). Analityczna postać alp jako prostej na płaszczyźnie. Analityczne określanie Po($\phi$o, $\lambda$o) z 2 ALP. Analityczne określanie Po($\phi$o, $\lambda$o) i błędu systematycznego z 3 ALP. Analityczne określanie Po($\phi$o, $\lambda$o) z wielu ALP .Rozwiązywanie | 3 | 8 | | | | EKP2, EKP3 | 9.1.8.4 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | układu kilku równań z dwiema niewiadomymi - metoda najmniejszych kwadratów (MNK) elementy elipsy błędów. Analityczne obliczanie Po(φo, λo) z 2 ALP. Analityczne obliczanie Po(φo, λo) i błędu systematycznego Po(φo, λo) z układu kilku ALP. Zastosowanie MNK, obliczanie elementów elipsy błędów. | | | | | | | |
| 5 | Algorytmizacja obliczeń astronawigacyjnych. Zastosowanie prostych kalkulatorów do obliczeń elementów ALP. Kalkulatory programowalne do obliczeń ALP. Minikomputery - programy obliczeń elementów ALP oraz Po(φo, λo) i identyfikacji gwiazd i planet. Obliczanie elementów ALP za pomocą kalkulatorów programowalnych. Obliczenie Po(φo, λo). Układanie i korzystanie z gotowych programów obliczeń Po(φo, λo) z obserwacji astronawigacyjnych. Programy identyfikacji gwiazd i planet. | 4 | 8 | | | | EKP2, EKP3 | 9.1.8.20 |
| 6 | Przygotowanie do obserwacji astronomicznych. Obliczanie całkowitej poprawki kompasu cp z obserwacji astronomicznych. | 1 | 2 | | | | EKP2, EKP3 | 9.1.8.16, 9.1.8.19 |
| 7 | Miejsce astronawigacji we współczesnej nawigacji morskiej. | 1 | | | | | EKP2, EKP3 | |

**Metody weryfikacji efektów kształcenia (w odniesieniu do poszczególnych efektów)**

| Symbol EKP | Test | Egzamin ustny | Egzamin pisemny | Kolokwium | Sprawozdanie | Projekt | Prezentacja | Zaliczenie praktyczne | Inne |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| EKP1 | | | X | X | X | | | X | |
| EKP2 | | | X | X | X | | | | |
| EKP3 | | | X | X | X | | | X | |

**Kryteria zaliczenia przedmiotu**

| Semestr | Ocena pozytywna (min. dostateczny) |
|---|---|
| II | 80% kolokwia w czasie semestru, 20% obecność na zajęciach. |
| III | 80% kolokwia w czasie semestru, 20% obecność na zajęciach. |
| IV | 80% kolokwia w czasie semestru, 20% obecność na zajęciach. |

**Nakład pracy studenta**

| Forma aktywności | Szacunkowa liczba godzin na zrealizowanie aktywności | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | W | C | L | P | S |
| Godziny kontaktowe | 35 | 30 | 15 | | |
| Czytanie literatury | 25 | 20 | 5 | | |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, projektowych | | 5 | 5 | | |
| Przygotowanie do egzaminu, zaliczenia | 10 | 5 | 5 | | |
| Opracowanie dokumentacji projektu/sprawozdania | | | | | |
| Uczestnictwo w zaliczeniach i egzaminach | 4 | 4 | 2 | | |
| Udział w konsultacjach | 4 | 4 | 2 | | |
| Łącznie godzin | 78 | 68 | 34 | | |
| Łączny nakład pracy studenta | 180 | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 3 | 2 | 1 | | |
| Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu | 6 | | | | |
| Obciążenie studenta związane z zajęciami praktycznymi | 20 | | | | |
| Obciążenie studenta na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich | 100 | | | | |

## Literatura

**Literatura podstawowa**


**Admiralty Manual of Navigation, vol II vol III, 1955. London: H.M.S.O.**
**Cotter Ch.H., 1969. The Complete Nautical Astronomer. London: Hollis and Carter.**
**Jurdziński M., Szczepanek Z., 1975. Astronawigacja. Gdańsk: Wydawnictwo Morskie.**
**Piskorz K., 2001. Trygonometria sferyczna. Gdynia: Fundacja Rozwoju WSM.**
**Szczepanek Z., 1972. Praktyczna astronomia morska. Gdynia: Wydawnictwo WSMW.**
**Szczepański M., 1989. Podstawy astronawigacji. Gdynia: Wydwnictwo Uczelniane WSM.**


**Literatura uzupełniająca**

**Borchardt K., 2007. Astronawigacja. Gdynia: Oficyna wydawnicza miniatura.**
**Titov R.J., Fain G.J., 1984. Morechodnaja astronomija. Moskva: Izdat. Transport.**
**Żołnieruk D., 2001. Astronawigacja. Gdynia: AMW Gdynia.**
**Weintrit A., 2002. Ocena dokładności pozycji w nawigacji morskiej. Gdynia: Fundacja Rozwoju AM.**

**Prowadzący przedmiot**

| Tytuł/stopień, imię, nazwisko | Jednostka dydaktyczna |
|---|---|
| **1. Osoba odpowiedzialna za przedmiot:** | |
| **mgr Marek Szczepański** | **KN** |
| **2. Pozostałe osoby prowadzące zajęcia:** | |
| **mgr Marek Szczepański** | **KN** |
| **mgr inż. Daria Cygańska** | **KN** |