

## OPIS MODUŁ KSZTAŁCENIA (SYLABUS)

### I. Informacje ogólne:

1	Nazwa modułu kształcenia	<b>Systemy nawigacji satelitarnej</b>
2	Kod modułu kształcenia	<b>04-ASTR1-SYSNAW45-3Z</b>
3	Rodzaj modułu kształcenia	<b>do wyboru</b>
4	Kierunek studiów	<b>Astronomia</b>
5	Poziom studiów	<b>I stopień</b>
6	Rok studiów	<b>trzeci</b>
7	Semestr	<b>zimowy</b>
8	Rodzaje zajęć i liczba godzin	<b>30 h wykl. + 15 h lab.</b>
9	Liczba punktów ECTS	<b>5</b>
10	Prowadzący zajęcia	<b>dr Przemysław Bartczak</b>
11	Język wykładowy	<b>polski</b>

### II. Informacje szczegółowe

#### 1. Cel (cele) modułu kształcenia:

Zapoznanie studenta z systemami nawigacji satelitarnych. Przedstawienie historii systemów nawigacji. Zapoznanie się z technikami wyznaczania pozycji na Ziemi. Zapoznanie się z istniejącymi systemami: GPS, GLONASS i GALILEO oraz systemami wspomagającymi. Zapoznanie się z odbiornikami GPS i praktyczne wykorzystanie danych w oparciu o protokół NMEA.

#### 2. Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności oraz kompetencji społecznych (jeśli obowiązują)

**brak**

#### 3. Efekty kształcenia w zakresie wiedzy, umiejętności oraz kompetencji społecznych dla modułu kształcenia i odniesienie do efektów kształcenia dla kierunku studiów:

Symbol efektów kształcenia	Po zakończeniu modułu (przedmiotu) i potwierdzeniu osiągnięcia efektów kształcenia student potrafi:	Odniesienie do efektów kształcenia dla kierunku studiów
GPS_01	Zna historię pomiarów geodezyjnych, pomiaru czasu i nawigacji naziemnej i satelitarnej.	K_W06; K_W12; k_W19
GPS_02	Zna zasadę wyznaczania pozycji w dopplerowskich systemach nawigacyjnych.	KW_09; K_W12; K_W19
GPS_03	Potrafi wymienić i opisać segmenty systemu nawigacji GPS	K_W21; K_U08; K_K05
GPS_04	Potrafi wyznaczyć i oszacować błąd wyznaczonej pozycji przy pomocy odbiornika GPS.	K_W09; K_W12; K_W19; K_U03; K_U04; K_K02; K_K03

GPS_05	Zna zasadę działania różnicowych systemów nawigacji DGPS	K_W09; K_W19
GPS_06	Zna zasadę działania systemów wspomagających GPS	K_W09; K_W19
GPS_07	Zna systemy nawigacji satelitarnej GPS, GALILEO, GLONASS	K_U08; K_K05; K_K06
GPS_08	Zna potrzeby planowanych systemów nawigacji i potrafi określić hipotetyczne zastosowanie systemów w życiu codziennym.	K_U08; K_K06

#### 4. Treści kształcenia:

Nazwa modułu kształcenia:		
Symbol treści kształcenia	Opis treści kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia modułu
TK_01	<b>Historia nawigacji</b> Początki geodezji i pomiarów geodezyjnych, Początki nawigacji morskiej i instrumentów pomiarowych, Wyznaczenie czasu na podstawie almanachu, Chronometry Harrisona.	GPS_01
TK_02	<b>Elementy niezbędne do nawigacji. Systemy nawigacji lotniczej.</b> Układy współrzędnych, mapy, specjalistyczny sprzęt do pomiarów geodezyjnych Systemy nawigacji lotniczej: Lorenz, Kickebein, X-Gerat, Y-Gerat, hiperboliczny.	GPS_01
TK_03	<b>Czas i jego pomiar.</b> Pojęcie czasu (skala czasu UTC, słoneczny, gwiazdowy), Instrumenty do pomiaru czasu (zegar: słoneczny, mechaniczny, elektryczny, kwarcowy, atomowy)	GPS_01
TK_04	<b>Sztuczne satelity Ziemi.</b> Pierwszy sztuczny satelita - Sputnik, Teoria ruchu satelity, Satelity nawigacyjne i ich rodzaje, Parametry charakteryzujące cechy satelity: widzialność, zasięg, trasa, elementy orbity	GPS_01; GPS_02
TK_05	<b>Dopplerowskie systemy nawigacji satelitarnej.</b> Podstawy teoretyczne wykorzystania efektu Dopplera do nawigacji, System nawigacji Transit i Cykada, Całkowanie pomiarów dopplerowskich,	GPS_02
TK_06	<b>Współczesne satelitarne systemy nawigacyjne cz. I</b> Organizacja satelitarnych systemów nawigacyjnych, Segment kosmiczny (konfiguracja orbit i fazowanie, budowa satelity), Segment naziemny (zadania, stacje kontroli segmentu kosmicznego), Segment użytkownika (rodzaje odbiorników satelitarnych systemów nawigacyjnych).	GPS_03
TK_07	<b>Współczesne satelitarne systemy nawigacyjne cz. II</b> Częstotliwości fal radiowych wykorzystywanych do łączności satelitarnych, Modulacje sygnału radiowego (amplitudowe, częstotliwościowe, kluczowanie sygnału), Parametry eksploatacyjne, Refrakcja jonosferyczna i troposferyczna.	GPS_03

TK_08	<b>Matematyczne metody wyznaczania współrzędnych.</b> Matematyczne podstawy wyznaczania pozycji, Ocena dokładności pozycji, Parametry PDOP, HDOP, VDOP, TDOP, HTDOP, SEP, CEP, UERE, EDE, Czynniki wpływające na dokładność pozycji (opóźnienie sygnału, wielotorowość, błąd wzorca czasu, błąd efemerydy, czynnik geometryczny, aktywność Słoneczna) Modele powierzchni Ziemi (geoida, elipsoida, globalne i lokalne układy odniesienia),	GPS_04
TK_09	<b>System GPS</b> Częstotliwość nośna i modulacja sygnału, Kody P, P(Y), C/A i Mi(t), Pseudolosowy szum PRN,	GPS_04
TK_10	<b>Sposoby organizacji danych w GPS</b> Depesza nawigacyjna, Protokół komunikacji NMEA,	GPS_04
TK_11	<b>Różnicowe systemy DGPS</b> Zniekształcenia i zakłócenia sygnału nawigacyjnego, Zasada działania systemów różnicowych, Protokół transmisji RTCM	GPS_05
TK_12	<b>Systemy wspomagające GPS</b> System SBAS (WAAS, EGNOS, GAGAN, MSAS ), Satelita geostacjonarny,	GPS_06
TK_13	<b>System nawigacji GLONASS</b> Organizacja systemu, budowa satelity, komunikacja, odbiorniki, przeznaczenie systemu	GPS_07
TK_14	<b>System nawigacji GALILEO</b> Organizacja systemu, budowa satelity, komunikacji, odbiorniki, przeznaczenie systemu	GPS_07
TK_15	<b>Przyszłość systemów satelitarnych</b> Projektowane systemy satelitarne, nowe potrzeby i wymagania od systemów nawigacyjnych	GPS_08

#### 5. Zalecana literatura:

- „Systemy satelitarne GPS, Galileo i inne” - Jacek Januszewski  
 „NAVSTAR GPS – od teorii do praktyki” – Jacek Lamparski  
 „Dzieje zegara” – Ludwik Zajdler.

#### 6. Informacja o przewidywanej możliwości wykorzystania b-learningu (edukacji zdalnej)

**nie przewiduje się**

7. Informacja o tym, gdzie można zapoznać się z materiałami do zajęć, instrukcjami do laboratorium, itp.

<http://vesta.astro.amu.edu.pl/~zupa>

### III. Informacje dodatkowe

1. Odniesienie efektów kształcenia i treści kształcenia do sposobów prowadzenia zajęć i metod oceniania:

Nazwa modułu (przedmiotu):			
Symbol efektu kształcenia dla modułu	Symbol treści kształcenia realizowanych w trakcie zajęć	Sposoby prowadzenia zajęć umożliwiające osiągnięcie założonych efektów kształcenia	Metody oceniania stopnia osiągnięcia założonego efektu kształcenia*
GPS_01	TK_01; TK_02; TK_03; TK_04	Wykład	F - pytania i dyskusja podczas wykładu, P- egzamin ustny
GPS_02	TK_04; TK_05	Wykład	F - pytania i dyskusja podczas wykładu, P- egzamin ustny
GPS_03	TK_06; TK_07	Wykład + laboratorium	F - pytania i dyskusja podczas wykładu i laboratorium P- egzamin ustny
GPS_04	TK_08; TK_09; TK_10	Wykład + laboratorium	F - pytania i dyskusja podczas wykładu i laboratorium P- egzamin ustny
GPS_05	TK_11	Wykład + laboratorium	F - pytania i dyskusja podczas wykładu i laboratorium P- egzamin ustny
GPS_06	TK_12	Wykład	F - pytania i dyskusja podczas wykładu, P- egzamin ustny
GPS_07	TK_13; TK_14	Wykład	F - pytania i dyskusja podczas wykładu, P- egzamin ustny
GPS_08	TK_15	Wykład	F - pytania i dyskusja podczas wykładu, P- egzamin ustny

\*  
Proszę uwzględnić zarówno oceny formujące(F) jak i podsumowujące(P)

Zaleca się podanie przykładowych zadań (pytań) służących ocenie osiągnięcia opisanych efektów kształcenia.

1. Wyznaczyć za pomocą odbiornika GPS pozycje wybranego obiektu.
2. Wyznaczyć obrys terenu i obliczyć jego pole powierzchni.
3. Z uzyskanych danych w formacie MNEA wyznaczyć i zaprezentować pozycje widocznych satelitów GPS w czasie wykonanych pomiarów.
4. Podać sposoby wyznaczenia poprawki jonosferycznej.
5. Opisać budowę systemów GPS, GLONASS, GALILEO.
6. Praktyczne zastosowanie systemów nawigacji satelitarnej.
7. Protokół transmisji MNEA.
8. Protokół transmisji RTCM.
9. Zasada działania DGPS.
10. Modulacja i kodowanie transmisji w GPS.

2. Obciążenie pracą studenta (punkty ECTS):

Forma aktywności	Średnia liczba godzin (lekcyjnych) na zrealizowanie aktywności

Godziny zajęć (wg planu studiów) z nauczycielem	<b>45</b>
Praca własna studenta – <b>przygotowanie do laboratorium</b>	<b>10</b>
Praca własna studenta – <b>wyszukanie i czytanie wskazanych źródeł</b>	<b>10</b>
Praca własna studenta – <b>prace domowe</b>	<b>35</b>
Praca własna studenta – <b>przygotowanie do egzaminu</b>	<b>25</b>
SUMA GODZIN	<b>125</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA MODUŁU (PRZEDMIOTU)	<b>5</b>

*\* Praca własna studenta – przykładowe formy aktywności: (1) przygotowanie do zajęć, (2) opracowanie wyników, (3) czytanie wskazanej literatury, (4) napisanie raportu z zajęć, (5) przygotowanie do egzaminu,...*

### 3. Sumaryczne wskaźniki ilościowe

a) Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich 5

b) Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym, takich jak zajęcia laboratoryjne i projektowe 2

### 4. Kryteria oceniania

- obecność na laboratorium– maksymalnie dwie nieusprawiedliwione nieobecności
- laboratorium: wykonane zadania 80%, aktywność na zajęciach 20%
- wykład: egzamin ustny 60%, aktywność 40%