

Załącznik nr 4
do uchwały Senatu WAT nr 34/WAT/2021
z dnia 27 maja 2021 r.

WOJSKOWA AKADEMIA TECHNICZNA im. Jarosława Dąbrowskiego

PROGRAM STUDIÓW

Poziom studiów: studia pierwszego stopnia

Kierunek studiów: Inżynieria Systemów Bezzałogowych

***Uchwała Senatu Wojskowej Akademii Technicznej
im Jarosława Dąbrowskiego
nr 34/WAT/2021 z dnia 27 maja 2021 r.
w sprawie ustalenia programu studiów dla kierunku studiów
„Inżynieria Systemów Bezzałogowych”.***

Obowiązuje od roku akademickiego 2021/2022

Warszawa

2021

(STRONA CELOWO POZOSTAWIONA PUSTA)

PROGRAM STUDIÓW

dla kierunku studiów „Inżynieria Systemów Bezzałogowych”

Poziom studiów studia pierwszego stopnia

Profil studiów ogólnoakademicki

Forma(y) studiów studia stacjonarne

Tytuł zawodowy nadawany absolwentom inżynier

Poziom Polskiej Ramy Kwalifikacji szósty

Kierunek studiów przyporządkowany jest do:

Dziedzina nauki inżynieryjno-techniczne

Dyscyplina naukowa inżynieria mechaniczna, 70 % punktów ECTS

Dziedzina nauki inżynieryjno-techniczne

Dyscyplina naukowa automatyka, elektronika i elektrotechnika, 30 % punktów ECTS

Dyscyplina wiodąca:¹ inżynieria mechaniczna

Język studiów: polski

Liczba semestrów: siedem

Łączna liczba godzin: 2260

Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów: 210

Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć:

- prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia: 105,5

- z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych²: 18

¹ w przypadku przyporządkowania kierunku studiów do więcej niż jednej dyscypliny naukowej;

² nie dotyczy kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.

Wymiar, liczba punktów ECTS, zasady i forma odbywania praktyk zawodowych: 4 tygodnie, 4 ECTS

W ramach praktyki zawodowej realizowanej w VI semestrze w wymiarze 4 tygodni student powinien uzyskać 4 punkty ECTS. Celem praktyki jest praktyczna weryfikacja wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych nabytych przez studenta w czasie studiów oraz przygotowanie go do wykonania pracy końcowej. Student odbywa praktykę w przedsiębiorstwach gospodarki narodowej. Praktyka w reprezentatywnych, właściwych dla kierunku kształcenia firmach gospodarki narodowej, odbywa się na podstawie dwustronnego porozumienia w sprawie praktyki zawodowej oraz programu praktyki. Praktyka może być także realizowana w formie indywidualnego projektu studenta pod kierunkiem nauczyciela akademickiego w czasie trwania studiów. Nadzór dydaktyczno-wychowawczy nad praktyką sprawuje opiekun praktyki lub kierownik projektu.

Opis zakładanych efektów uczenia się uwzględnia:

- uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia określone w załączniku do ustawy z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji
- charakterystyki drugiego stopnia określone w załączniku do rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 14 listopada 2018 r. w sprawie charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6-8 Polskiej Ramy Kwalifikacji, w tym również umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich³

i jest ujęty w trzech kategoriach:

- kategoria **wiedzy (W)**, która określa:
 - zakres i głębię (**G**) - kompletność perspektywy poznawczej i zależności,
 - kontekst (**K**) - uwarunkowania, skutki.
- kategoria **umiejętności (U)**, która określa:
 - w zakresie wykorzystania wiedzy (**W**) - rozwiązywane problemy i wykonywane zadania,
 - w zakresie komunikowania się (**K**) - odbieranie i tworzenie wypowiedzi, upowszechnianie wiedzy w środowisku naukowym i posługiwanie się językiem obcym,
 - w zakresie organizacji pracy (**O**) - planowanie i pracę zespołową,
 - w zakresie uczenia się (**U**) - planowanie własnego rozwoju i rozwoju innych osób.
- kategoria **kompetencji społecznych (K)** - która określa:
 - w zakresie ocen (**K**) - krytyczne podejście,
 - w zakresie odpowiedzialności (**O**) - wypełnianie zobowiązań społecznych i działanie na rzecz interesu publicznego,
 - w odniesieniu do roli zawodowej (**R**) - niezależność i rozwój etosu.

³ dotyczy kierunków studiów, absolwentom których nadawany jest tytuł zawodowy: inż., mgr inż.

Objaśnienie oznaczeń:

- w kolumnie **symbol i numer efektu**:

- K - kierunkowe efekty uczenia się;

- W, U, K (po podkreślniku) - kategoria - odpowiednio: **wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych**;

- 01, 02, 03, - numer efektu uczenia się.

- w kolumnie **kod składnika opisu**⁴ - Inż_P6_WG - kod składnika opisu charakterystyk drugiego stopnia dla kwalifikacji na poziomie 6 Polskiej Ramy Kwalifikacji.

symbol i numer efektu	opis zakładanych efektów uczenia się	kod składnika opisu
WIEDZA		Absolwent:
K_W01	Ma wiedzę w zakresie matematyki obejmującą algebrę, analizę, równania różniczkowe, rachunek operatorowy, probabilistykę oraz elementy metod numerycznych niezbędne do opisu i analizy działania elementów, układów i systemów bezzałogowych oraz syntezy elementów, układów, urządzeń i systemów bezzałogowych	P6S_WG
K_W02	Ma wiedzę w zakresie fizyki obejmującą mechanikę, termodynamikę, optykę, elektryczność i magnetyzm, fizykę jądrową oraz fizykę ciała stałego, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia podstawowych zjawisk fizycznych występujących w technice	P6S_WG
K_W03	Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie mechaniki obejmującą: statykę, podstawy wytrzymałości materiałów, kinematykę, dynamikę, podstawy teorii drgań, mechanikę płynów, podstawy wymiany ciepła pozwalającą rozwiązywać typowe zagadnienia inżynierskie przy projektowaniu, wytwarzaniu i eksploatacji systemów bezzałogowych.	P6S_WG Inż_P6S_WG
K_W04	Ma uporządkowaną i podbudowaną wiedzę teoretyczną w zakresie elektrotechniki, elektroniki analogowej i cyfrowej umożliwiającą integrację elementów elektrycznych i elektronicznych do układu, systemu bezzałogowego	P6S_WG Inż_P6S_WG
K_W05	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie architektury komputerów, algorytmizacji, metodyki i techniki programowania oraz budowy baz danych	P6S_WG Inż_P6S_WG
K_W06	Ma podstawową wiedzę w zakresie układów i czujników pomiarowych (sensoryka), elementy i układy optoelektroniczne w systemach bezzałogowych	P6S_WG Inż_P6S_WG
K_W07	Ma elementarną wiedzę w zakresie architektury systemów i sieci komputerowych oraz systemów operacyjnych, niezbędną do instalacji, obsługi i utrzymania narzędzi informatycznych służących do projektowania, obliczeń inżynierskich i wytwarzania elementów, w tym układów i systemów z zakresu systemów bezzałogowych	P6S_WG Inż_P6S_WG

⁴ 6/7 - pozostawić właściwe;

K_W08	Ma uporządkowaną wiedzę z teorii regulacji (sterowania) i automatyki wraz z elementami robotyki	P6S_WG Inż_P6S_WG
K_W09	Ma podstawową wiedzę dotyczącą materiałów i inżynierii wytwarzania elementów systemów bezzałogowych	P6S_WG Inż_P6S_WG
K_W10	Ma podstawową wiedzę dotyczącą zapisu konstrukcji oraz symulacji ich działania z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania	P6S_WG Inż_P6S_WG
K_W11	Ma podstawową wiedzę dotyczącą konstrukcji maszyn i napędów wykorzystywanych w układach spotykanych w systemach bezzałogowych	P6S_WG Inż_P6S_WG
K_W12	Ma uporządkowaną wiedzę dotyczącą obszarów zastosowania zaawansowanych narzędzi wspomagających proces projektowania, wytwarzania i eksploatacji	P6S_WG Inż_P6S_WG
K_W13	Ma podstawową wiedzę z zakresu metrologii wielkości elektrycznych i nieelektrycznych	P6S_WG Inż_P6S_WG
K_W14	Ma podstawową wiedzę niezbędną do rozumienia pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej, zna podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy, w tym z urządzeniami spotykanymi w systemach bezzałogowych	P6S_WK Inż_P6S_WG
K_W15	Ma elementarną wiedzę na temat cyklu życia urządzeń i systemów spotykanych w obszarze Inżynierii Systemów Bezzałogowych	P6S_WG Inż_P6S_WG
K_W16	Ma podstawową wiedzę o sposobach uwzględniania na etapie projektowania: podstawowych wskaźników jakości urządzeń i systemów spotykanych w automatyce i robotyce takich jak niezawodność, trwałość, gotowość i bezpieczeństwo oraz strategii eksploatacji	P6S_WG Inż_P6S_WG
K_W17	Ma elementarną wiedzę w zakresie zarządzania, w tym zarządzania jakością i prowadzenia działalności gospodarczej oraz komputerowego wspomaganie zarządzania oraz w zakresie wybranych zagadnień prawa (akty indywidualne i akty normatywne).	P6S_WK Inż_P6S_WK
K_W18	Ma elementarną wiedzę w zakresie ochrony własności intelektualnej oraz prawa patentowego	P6S_WK
K_W19	Zna ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości, wykorzystującej wiedzę z zakresu inżynierii systemów bezzałogowych	P6S_WK Inż_P6S_WK
K_W20	Zna i rozumie charakter, miejsce i znaczenie nauk społecznych i humanistycznych, historii Polski oraz ich relację do innych nauk	P6S_WG
K_W21	Ma uporządkowaną i podbudowaną wiedzę teoretyczną w zakresie nawigacji i lokalizacji systemów bezzałogowych	P6S_WG Inż_P6S_WG
UMIEJĘTNOŚCI		Absolwent:
K_U01	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie	P6S_UW

K_U02	Potrafi pracować indywidualnie i w zespole, umie oszacować czas potrzebny na realizację zadania, potrafi opracować i zrealizować harmonogram prac zapewniający dotrzymanie terminów	P6S_UO
K_U03	Potrafi opracować dokumentację dotyczącą realizacji zadania inżynierskiego i przygotować tekst zawierający omówienie wyników realizacji tego zadania	P6S_UK
K_U04	Potrafi przygotować notatkę i przedstawić krótką prezentację poświęconą realizacji zadania inżynierskiego	P6S_UK
K_U05	Ma umiejętność samokształcenia i planowania podnoszenia kompetencji zawodowych	P6S_UU
K_U06	Potrafi posługiwać się językiem obcym na poziomie B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego, w stopniu wystarczającym do porozumiewania się i czytania ze zrozumieniem tekstów technicznych	P6S_UK
K_U07	Potrafi stosować aparat matematyczny właściwy dla dyscyplin naukowych nauczanych na kierunku Inżynieria Systemów Bezzałogowych potrafi rozwiązać podstawowe zagadnienia matematyczne występujące w procesie projektowania układów automatyki i robotyki	P6S_UW
K_U08	Potrafi zidentyfikować zjawiska fizyczne w tym zjawiska występujące w układach inżynierii systemów bezzałogowych	P6S_UW Inż_P6S_UW
K_U09	Potrafi wykonać obliczenia wytrzymałościowe elementów konstrukcji oraz wyznaczyć przyspieszenia i prędkości elementów maszyn i urządzeń	P6S_UW Inż_P6S_UW
K_U10	Potrafi projektować i analizować obwody elektryczne i elektroniczne	P6S_UW Inż_P6S_UW
K_U11	Potrafi projektować i analizować proste systemy cyfrowe	P6S_UW Inż_P6S_UW
K_U12	Potrafi formułować i rozwiązywać proste zadania inżynierskie z dziedziny układów sterowania, umie projektować i analizować proste układy automatyczne i robotyczne	P6S_UW Inż_P6S_UW
K_U13	Potrafi opracować algorytm, posłużyć się językami programowania wysokiego poziomu oraz odpowiednimi narzędziami informatycznymi do symulacji sterowania urządzeniami	P6S_UW Inż_P6S_UW
K_U14	Umie dobrać materiały podczas projektowania, wytwarzania i eksploatacji systemów bezzałogowych	P6S_UW Inż_P6S_UW
K_U15	Potrafi zaprojektować elementarne procesy technologiczne wytwarzania urządzeń spotykanych w Inżynierii Systemów Bezzałogowych	P6S_UW Inż_P6S_UW
K_U16	Umie zaplanować doświadczenie, potrafi posługiwać się przyrządami do pomiaru podstawowych wielkości mechanicznych i elektrycznych oraz dobrać przyrząd lub metodę pomiaru według określonego kryterium, umie	P6S_UW Inż_P6S_UW

	przeprowadzić statystyczną analizę wyników doświadczenia	
K_U17	Potrafi korzystać z kart katalogowych, instrukcji napisanych w języku polskim i obcym w celu dobrania odpowiedniego elementu lub układu automatyki i robotyki	P6S_UW Inż_P6S_UW
K_U18	Potrafi stosować właściwe środowiska programistyczne, symulatory i narzędzia komputerowego wspomaganie projektowania, wytwarzania i eksploatacji systemów bezzałogowych	P6S_UW Inż_P6S_UW
K_U19	Potrafi zaprojektować układ, urządzenie oraz system automatyki lub robotyki z uwzględnieniem kryteriów użytkowych i ekonomicznych, używając właściwych metod, technik i narzędzi	P6S_UW Inż_P6S_UW
K_U20	Potrafi przeprowadzić analizę pracy oraz krytycznie ocenić funkcjonowanie elementu oraz zaplanować proces testowania elementu, układu, prostego systemu w celu ustalenia ich charakterystyk lub wykrycia błędów	P6S_UW Inż_P6S_UW
K_U21	Potrafi zaplanować i nadzorować proces eksploatacji urządzeń systemów bezzałogowych	P6S_UW Inż_P6S_UW
K_U22	Potrafi dostrzegać aspekty systemowe i pozatechniczne przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich	P6S_UW Inż_P6S_UW
K_U23	Ma podstawowe przygotowanie do pracy i zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy	P6S_UO
K_U24	Potrafi identyfikować i interpretować podstawowe zjawiska i procesy społeczne, humanistyczne i prawne w zakresie dyscyplin naukowych właściwych dla kierunku studiów	P6S_UW
KOMPETENCJE SPOŁECZNE		Absolwent:
K_K01	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy oraz uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych	P6S_KK
K_K02	Jest gotów do wypełniania zobowiązań społecznych, inicjowania działania i współorganizowania działalności i na rzecz interesu publicznego oraz myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy	P6S_KO
K_K03	Jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, a szczególnie do przestrzegania zasad etyki zawodowej i wymagania tego od innych oraz dbałości o dorobek i tradycje zawodu	P6S_KR

**Grupy zajęć / przedmioty , ich skrócone opisy (programy ramowe),
przypisane do nich punkty ECTS
i efekty uczenia (odniesienie do efektów kierunkowych)**

lp.	nazwa grupy zajęć nazwa przedmiotu: skrócony opis (program ramowy)	liczba pkt ECTS	kod dyscypliny	odniesienie do efektów kierunkowych
	grupa treści kształcenia ogólnego przedmioty ogólne			
A.1	Etyka zawodowa (18 h): <i>Etyka ogólna, która jest podstawą do etyki zawodowej: przedmiot i działy etyki, podstawowe pojęcia i kategorie etyczne, systemy i kierunki etyczne. Etyka zawodowa: istota i zadania etyk zawodowych, istota i funkcje kodeksów etycznych, tradycyjne i współczesne kodeksy etyczne oraz wymogi etyczne w zawodach technicznych.</i>	1,5	NS	K_W18, K_U22, K_K01, K_K02, K_K03
A.2	Wprowadzenie do studiowania (6 h): <i>Metodyka nowoczesnego studiowania. Metody i techniki efektywnego uczenia się. Nowoczesne techniki wspomagające proces studiowania.</i>	0,5	NS	K_W20, K_K02
A.3	Podstawy zarządzania i przedsiębiorczości (30 h): <i>Istota i znaczenie zarządzania (w tym zarządzania jakością). Organizacja w otoczeniu jako obiekt zarządzania. Kierowanie ludźmi w organizacji. Planowanie działań w organizacji. Podejmowanie decyzji i rozwiązywanie problemów. System motywacji i przywództwa w organizacji. Determinanty przedsiębiorczości. Komputerowe wspomaganie zarządzania.</i>	3,0	NZJ	K_W17, K_W19, K_K01,
A.4	Wybrane zagadnienia prawa (18 h): <i>Zagadnienia wprowadzające. Akty indywidualne i akty normatywne. Pojęcie i przebieg procesu stosowania prawa. Źródła prawa międzynarodowego i prawa Unii Europejskiej. Pojęcie stosunku prawnego. Czynności prawne i inne zdarzenia cywilnoprawne. Spółki prawa handlowego.</i>	1,5	NP	K_W17, K_W18, K_K01,
A.5	Wprowadzenie do informatyki (36 h): <i>Wprowadzenie do architektury i funkcjonowania współczesnych komputerów. Podstawy sieci komputerowych oraz sieci Internet. Systemy operacyjne z rodzin Windows oraz Linux. Standardy, formaty i programy komputerowe dla elektronicznych dokumentów biurowych. Edytory tekstu - wybrane funkcje oraz zastosowania. Arkusze kalkulacyjne. Oprogramowanie do prezentacji multimedialnych. Pakiety obróbki grafiki. Podstawy programowania w języku wysokiego poziomu.</i>	3,0	ITT	K_W05, K_U04, K_U13,
A.6	Wychowanie fizyczne (60 h): <i>Kształtowanie pożądanych zachowań i postaw wobec własnego zdrowia, rozbudzanie zainteresowań sportowych. Praktyczne uczestnictwo w uprawianiu różnych dyscyplin sportowych i form aktywności ruchowej (atletyka terenowa i nordic walking, badminton, biegi na orientację, gimnastyka, kulturystyka, lekkoatletyka, piłka siatkowa, piłka nożna, piłka koszykowa, sporty walki, strzelectwo sportowe, tenis stołowy, ergometr wiosłarski).Rozwój i podwyższenie sprawności</i>	0,0	-	-

lp.	nazwa grupy zajęć nazwa przedmiotu: skrócony opis (program ramowy)	liczba pkt ECTS	kod dyscypliny	odniesienie do efektów kierunkowych
	funkcjonalnej układu krążeniowo-oddechowego i mięśniowego, stymulowanie rozwoju układu ruchu.			
A.7	Język obcy (120 h): <i>Materiał strukturalno-gramatyczny: powtórzenie, rozszerzenie i usystematyzowanie następujących zagadnień: czasy gramatyczne/czasy narracji; strona czynna/bierna; mowa zależna; tryb warunkowy; tworzenie pytań; kolokacje; zdania złożone; szyk wyrazów w zdaniu; czasowniki modalne; czasowniki frazowe. Materiał pojęciowo-funkcyjny: prośby; sugestie; oferty; porady; przyzwolenie/odmowa; zaprzeczenia; zgoda/niezgoda; wyrażanie opinii, przyczyny/skutku; powodu/celu; życzenie, przeproszanie; podsumowanie; wybór rejestru/stylu.</i>	8,0	J	K_U06,
A.8	Historia Polski – wybrane aspekty (30 h): <i>Historia Polski od początku polskiej państwowości do przełomu XX i XXI wieku: Polska Piastów, Jagiellonów, władców elekcyjnych, epoka rozbiorów, odzyskanie niepodległości w 1918 r. oraz dzieje państwa polskiego w okresie międzywojennym, II wojnie światowej i po jej zakończeniu.</i>	2,0	H	K_W20, K_U24, K_K03
A.9	Ochrona własności intelektualnych (14 h): <i>Historia ochrony własności przemysłowej w Polsce i na świecie. Międzynarodowe organizacje ochrony własności intelektualnych. Ochrona patentowa, wzory użytkowe i wzory przemysłowe. Znaki towarowe, oznaczenia geograficzne, znaki handlowe i usługowe. Topografie układów scalonych. Postępowanie przed Urzędem Patentowym RP. Procedury, opłaty, rejestry. Prawo autorskie i prawa pokrewne – Copyright.</i>	1,5	NP	K_W18, K_U22, K_U24, K_K01, K_K02, K_K03
A.10	Bezpieczeństwo i higiena pracy: (4 h): <i>BHP w obowiązującym stanie prawnym. Zasady bezpieczeństwa i higieny pracy (nauki) - reguły bezpiecznego postępowania, wymagane przy wykonywaniu określonej pracy (czynności), wynikające z przesłanek naukowych i technicznych. Ochrona przed zagrożeniami dla zdrowia i bezpieczeństwa studentów. Stosowanie środków ochrony indywidualnej na zajęciach (ćwiczeniach). Ubezpieczenia od następstw nieszczęśliwych wypadków. Postępowanie w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń. Zasady udzielania pierwszej pomocy przedlekarskiej.</i>	0,0	-	K_W14, K_U23, K_K02, K_K03
	grupa treści kształcenia podstawowego przedmioty podstawowe			
B.1	Wprowadzenie do metrologii (24 h): <i>Miejsce i rola metrologii jako interdyscyplinarnego obszaru wiedzy we współczesnym społeczeństwie. Definicje podstawowych pojęć z zakresu metrologii. Istota podstawowych metod pomiarowych. Budowa oraz przeznaczenie podstawowych wzorców i przyrządów pomiarowych wielkości fizycznych. Błędy i niepewność pomiaru.</i>	2,0	AEE	K_W13, K_U16,

lp.	nazwa grupy zajęć nazwa przedmiotu: skrócony opis (program ramowy)	liczba pkt ECTS	kod dyscypliny	odniesienie do efektów kierunkowych
B.2	Matematyka 1 (68 h): <i>Przedmiot służy do poznania i zrozumienia przez studentów podstawowych pojęć i twierdzeń matematyki, szczególnie algebry z geometrią analityczną, oraz opanowania elementarnych umiejętności rachunkowych z zakresem wiedzy obejmującym: liczby rzeczywiste; funkcje elementarne; liczby zespolone; macierze, wyznaczniki, układy liniowych równań algebraicznych, przestrzenie wektorowe; proste, płaszczyzny i powierzchnie drugiego stopnia w przestrzeni trójwymiarowej.</i>	6,0	M	K_W01, K_U07,
B.3	Matematyka 2 (68 h): <i>Przedmiot służy do poznania i zrozumienia przez studentów podstawowych pojęć i twierdzeń matematyki, szczególnie analizy matematycznej, oraz opanowania elementarnych umiejętności rachunkowych z zakresem wiedzy obejmującym: liczby rzeczywiste, ciągi liczbowe i szeregi liczbowe; rachunek różniczkowy i całkowy funkcji jednej zmiennej rzeczywistej i równania różniczkowe zwyczajne.</i>	6,0	M	K_W01, K_U07,
B.4	Podstawy grafiki inżynierskiej (30 h): <i>Podstawy wykonania i umiejętność odczytywania inżynierskiej dokumentacji technicznej. Metody odwzorowań figur geometrycznych na płaszczyźnie, oparte na rzutowaniu równoległym i środkowym. Normalizacja w zakresie dokumentacji technicznej. Zapoznanie się z podstawowym oprogramowaniem wspomagającym proces tworzenia dokumentacji technicznej.</i>	3,0	IM	K_W10, K_U17,
B.5	Matematyka 3 (46 h): <i>Przedmiot służy do poznania i zrozumienia przez studentów podstawowych pojęć i twierdzeń matematyki, szczególnie analizy matematycznej, oraz opanowania elementarnych umiejętności rachunkowych z zakresem wiedzy obejmującym: rachunek różniczkowy i całkowy funkcji wielu zmiennych rzeczywistych; analizę wektorową; rachunek prawdopodobieństwa i elementy statystyki matematycznej.</i>	4,0	M	K_W01, K_U07,
B.6	Fizyka 1 (80h): <i>Omówienie podstawowych pojęć i praw rządzących ruchem ciał dla modeli punktu materialnego i bryły sztywnej: znajdowanie równań ruchu, stosowanie zasad dynamiki dla ruchu prostoliniowego i krzywoliniowego w układach inercjalnych i nieinercjalnych. Porównanie fizyki newtonowskiej i relatywistycznej. Omówienie klasycznej teorii grawitacji i wielkości opisujących pole grawitacyjne. Przedstawienie podstawowych pojęć i praw rządzących ruchem drgającym i falowym oraz zjawisk charakterystycznych dla tych ruchów. Omówienie podstaw termodynamiki klasycznej. Omówienie oddziaływań elektrostatycznych oraz wielkości opisujących to pole</i>	6,0	NF	K_W02, K_U08,
B.7	Grafika inżynierska (30 h): <i>Systemy CAD/CAM/CAE organizacja i struktura. Wykonywanie rysunków 2D. Modelowanie brył na bazie prymitywów oraz krzywych NURBS. Modelowanie podzespołów bryłowych z wykorzystaniem normaliów.</i>	3,0	IM	K_W10, K_U03

lp.	nazwa grupy zajęć nazwa przedmiotu: skrócony opis (program ramowy)	liczba pkt ECTS	kod dyscypliny	odniesienie do efektów kierunkowych
	<i>Wykonywanie rysunków wykonawczych (2D) z elementów bryłowych oraz rysunków zestawieniowych (2D) z podzespołów bryłowych. Wprowadzanie zmian w rysunkach 2D i bryłach.</i>			
B.8	Informatyka (30 h): <i>Podstawowe pojęcia z dziedziny informatyki: system binarny, kompilatory i języki programowania, programowanie proceduralne i obiektowe. Podstawy programowania w Matlabie. Architektura komputera. Systemy operacyjne. Algorytmizacja zadań przetwarzania danych. Wykorzystanie arkuszy kalkulacyjnych w zadaniach inżynierskich. Grafika menedżerska i prezentacyjna. Hipertekstowy język opisu strony internetowej HTML. Programy wspomagające zarządzanie z wykorzystaniem baz danych. Funkcje bazy danych. Baza danych a system zarządzania bazą danych (SZBD). Architektury SZBD. Sieci komputerowe a SZBD.</i>	3,0	ITT	K_W05, K_U04, K_U13,
B.9	Nauka o materiałach (44 h): <i>Podstawy inżynierii materiałowej. Zasady właściwego doboru materiałów i ich wpływ na bezpieczeństwo w eksploatacji maszyn i urządzeń technicznych. Rodzaje materiałów inżynierskich. Sposoby oznaczania gatunków wg norm UE. Związek pomiędzy właściwościami fizycznymi i użytkowymi materiałów konstrukcyjnych a ich składem chemicznym i stanem obróbki.</i>	4,0	IMat	K_W09, K_U08
B.10	Inżynieria wytwarzania (30 h): <i>Podstawowe wiadomości dotyczące procesu skrawania. Materiały stosowane na narzędzia skrawające. Technologia obróbki wiórowej. Technologia obróbki ścierniej oraz inne metody obróbki ubytkowej. Obrabiarki skrawające do metali – przyrządy i uchwyty obróbkowe. Podstawy projektowania procesów technologicznych – elementy składowe procesu obróbki, dobór półfabrykatów. Technologiczne aspekty metalurgii proszków. Technologie przetwórstwa stosowane do wybranych tworzyw sztucznych. Podstawy spajalnictwa. Metody spawania i zgrzewania. Spawalnicze metody nakładania powłok.</i>	3,0	IM	K_W12, K_U09, K_U14, K_U15,
B.11	Metrologia 1 (20 h): <i>Cyfrowa technika pomiarowa – wprowadzenie. Analogowe i cyfrowe przyrządy do pomiaru wielkości elektrycznych. Oscyloskop analogowy vs. cyfrowy. Pomiary wielkości elektrycznych. Pomiary wielkości geometrycznych. Pomiary wielkości nieelektrycznych metodami elektrycznymi. Przetworniki pomiarowe w systemach mechatronicznych. Cyfrowe systemy pomiarowe.</i>	3,0	AEE	K_W13, K_U16
B.12	Metrologia 2 (24h): <i>Pomiary wielkości elektrycznych. Pomiary wielkości geometrycznych. Pomiary wielkości nieelektrycznych metodami elektrycznymi. Przetworniki pomiarowe w systemach mechatronicznych.</i>	2,0	AEE	K_W13, K_U16
B.13	Fizyka 2 (60 h): <i>Omówienie podstawowych pojęć i praw rządzących prądem elektrycznym. Wprowadzenie pojęcia pola magnetycznego i</i>	4,0	NF	K_W02, K_U08,

lp.	nazwa grupy zajęć nazwa przedmiotu: skrócony opis (program ramowy)	liczba pkt ECTS	kod dyscypliny	odniesienie do efektów kierunkowych
	<p>wielkości je opisujących oraz porównanie z polami elektrostatycznym i grawitacyjnym. Omówienie pola elektromagnetycznego oraz praw nim rządzących. Wprowadzenie podstawowych pojęć optyki. Omówienie dualizmu korpuskularno-falowego promieniowania. Omówienie budowy atomu z uwzględnieniem pojęć kwantowych. Wprowadzenie pojęcia dualizmu korpuskularno-falowego materii. Omówienie zasady konstrukcji lasera i cech światła laserowego. Zapoznanie z podstawami fizyki ciała stałego, wprowadzenie modelu pasmowego, omówienie podstawowych zjawisk fizycznych w półprzewodnikach. Omówienie budowy jądra atomowego, zjawisk i praw promieniotwórczości oraz reakcji rozszczepienia jąder ciężkich i syntezy jąder lekkich.</p>			
B.14	<p>Elektrotechnika i elektronika 1 (60 h): Obwody elektryczne prądu stałego i przemiennego. Metody analizy i projektowania oraz określania podstawowych parametrów i charakterystyk. Zasada działania wybranych maszyn prądu stałego i przemiennego. Wykorzystanie zagadnień elektryczności i magnetyzmu w technice. Podstawowe elementy i układy elektroniczne ich parametry i charakterystyki.</p>	6,0	AEE	K_W02, K_W04, K_U08, K_U10,
B.15	<p>Mechanika techniczna (68 h): Statyka obejmuje pojęcia i zasady statyki, zagadnienia redukcji układów sił i warunków równowagi, prawa tarcia oraz sposoby obliczania środków ciężkości. Wytrzymałość materiałów zawiera podstawowe pojęcia wytrzymałości materiałów, zagadnienia rozciągania, ściskania, zginania, skręcania i wyboczenia, charakterystykę wielowymiarowego stanu naprężenia, obliczenia ugięć belek i kratownic płaskich. Kinematyka obejmuje podstawowe pojęcia i określenia kinematyki, kinematykę punktu, ruch ciała sztywnego, ruch złożony punktu, ruch płaski oraz ruch kulisty ciała sztywnego. Dynamika zawiera podstawowe pojęcia i określenia dynamiki, dynamikę punktu i układu punktów materialnych, dynamikę ruchu obrotowego oraz ruchu płaskiego ciała sztywnego. Elementy mechaniki analitycznej obejmuje opis modelu dynamiki obiektu rzeczywistego oraz definicje specjalnych elementów odkształcalnych o własnościach liniowych: Wprowadza rozszerzoną klasyfikację więzów, definicje ogólnego równania dynamiki oraz równania Lagrange'a.</p>	6,0	IM	K_W03, K_U07, K_U08
B.16	<p>Laboratorium wytrzymałości i nauki o materiałach (26 h): Doświadczalne wyznaczanie wielkości odkształcenia i naprężenia w wybranym przekroju belki zginanej. Doświadczalna weryfikacja wzoru określającego linię ugięcia belki zginanej. Obliczanie reakcji konstrukcji statycznie niewyznaczalnej. Doświadczalne wyznaczanie stałych materiałowych, tj. modułu Young'a i liczby Poisson'a próbki metalowej. Eksperymentalne wyznaczenie siły krytycznej w przecie ściskany. Analiza termiczna stopów. Badanie mikroskopowe struktury stali, staliw i żeliw. Badanie mikroskopowe stopów metali nieżelaznych. Analiza dylatometryczna metali. Pomiary twardości metali. Badanie hartowności stali. Umacnianie wydzieleniowe stopów aluminium. Badanie gęstości materiałów porowatych i proszków.</p>	2,0	IM	K_W09, K_U02, K_U03, K_U09, K_U14,

	grupa treści kształcenia kierunkowego przedmioty kierunkowe			
C.1	Podstawy automatyki (44 h): <i>Podstawowe pojęcia i klasyfikacja układów regulacji. Metody opisu własności dynamicznych liniowych układów ciągłych. Podstawowe sygnały i elementy automatyki. Stabilność i jakość liniowych układów regulacji. Synteza i korekcja układów regulacji. Podstawowe własności regulacji cyfrowej.</i>	4,0	AEE	K_W08, K_U12,
C.2	Podstawy robotyki (30 h): <i>Rodzaje robotów - ich cechy charakterystyczne oraz główne elementy składowe. Dokładność i powtarzalność ruchów, stopień ruchliwości, podstawowe konfiguracje, pojęcie członu i przegubu. Metody opisu położenia i orientacji brył sztywnych. Translacje i obroty. Macierze obrotów. Obroty podstawowe i złożone. Reprezentacje macierzy obrotu typu "oś - kąt". Kąty Eulera, kąt obrotu - kąt nachylenia - kąt odchylenia. Składanie translacji i obrotów. Przekształcenia jednorodne, notacja Denavita-Hartenberga. Kinematyka prosta i kinematyka odwrotna dla położenia i orientacji chwytaka. Jakobian manipulatora, prędkość kątowa i prędkość liniowa. Osobliwości jakobianu i konfiguracje osobliwe. Kinematyka odwrotna dla prędkości.</i>	4,0	AEE	K_W08 K_U12
C.3	Podstawy dynamiki robotów (44 h): <i>Ogólne pojęcia dynamiki robotów. Modelowanie fizyczne. Rodzaje wymuszeń, procesy deterministyczne i losowe. Modelowanie mechanicznych układów dynamicznych robotów (układy jezdne, układy napędowe oraz układy robotocze). Liniowe i nieliniowe charakterystyki podzespołów robotów, linearyzacja nieliniowości. Identyfikacja i wyznaczanie podstawowych parametrów dynamicznych. Numeryczne metody analizy dynamiki robotów. Wprowadzenie do metody układów wieloczłonowych. Ogólne zasady budowy modeli dynamicznych w oparciu o metodę układów wieloczłonowych. Bryły sztywne i podatne, punkt i układ współrzędnych, więzy kinematyczne i płaszczyznowe. Modelowanie wymuszeń kinematycznych i siłowych, parametryzacja modeli wieloczłonowych. Analiza wyników, ich raportowanie, rzutowanie globalne i lokalne. Wybrane zagadnienia uzyskiwania podstawowych wskaźników jakości urządzeń i systemów robotów (niezawodność, trwałość, gotowość i bezpieczeństwo oraz strategia eksploatacji)</i>	4,0	IM	K_W03, K_W16 K_U08, K_U23,
C.4	Podstawy konstrukcji robotów (60 h): <i>Mechanizmy stosowane w budowie robotów. Materiały, techniki wytwarzania i technologia łączenia elementów konstrukcyjnych i mechanizmów platform bezzałogowych. Podstawy tribologii. Trwałość i niezawodność elementów i podzespołów. Projektowanie z uwzględnieniem czynników eksploatacji, ekonomii, bezpieczeństwa użytkownika. Dyrektywa maszynowa. Proces i kryteria projektowania wytrzymałościowego. Charakterystyki obciążeń podzespołów i elementów konstrukcyjnych. Siły wewnętrzne – normalne, tnące, momenty gnące i skręcające. Wskaźniki wytrzymałościowe, naprężenia dopuszczalne, współczynnik bezpieczeństwa. Wytrzymałość zmęczeniowa. Złożone stany naprężeń – wyężenie materiału. Hipotezy wytrzymałościowe. Kształtowanie wytrzymałościowe oraz dobór typowych elementów konstrukcyjnych i zespołów z uwagi na obciążenia</i>	5,0	IM	K_W08, K_W14, K_U15, K_U09 K_U14

	<i>i trwałość. Wpływ technologii wytwarzania na wytrzymałość projektowanych elementów.</i>			
C.5	<p>Maszyny i napędy elektryczne (44 h):</p> <p><i>Podstawowe prawa elektrotechniki stosowane w teorii maszyn elektrycznych. Klasyfikacja maszyn, materiały, maszyny bezkomutatorowe i komutatorowe. Bilans energetyczny, straty i sprawność. Transformator jednofazowy. Transformator trójfazowy. Silniki indukcyjne 1 i 3-fazowe. Prądnica synchroniczna. Maszyny prądu stałego: budowa, zasada działania. Prądnice prądu stałego. Silniki prądu stałego. Silniki bezszczotkowe prądu stałego. Silniki krokowe. Silniki liniowe. Prądnice tachometryczne. Własności regulacyjne silników elektrycznych. Pojęcia podstawowe napędu. Ogólne zasady regulacji prędkości obrotowej. Wybrane układy energoelektroniczne stosowane w napędzie elektrycznym. Przekształcanie energii elektrycznej. Podział przekształtników. Przekształtnikowe zasilanie maszyn prądu stałego. Przekształtnikowe zasilanie maszyn indukcyjnych. Jedno i trójfazowe falowniki napięcia z modulacją PWM.</i></p>	4,0	IM	K_W11, K_W15, K_U10, K_U17,
C.6	<p>Podstawy napędów płynowych (60 h):</p> <p><i>Podstawy hydrauliki. Ciecze robocze. Pompy wirowe i wyporowe. Napędy hydrokinetyczne. Schematy funkcjonalne i działanie układów hydraulicznych. Budowa i charakterystyki pomp, siników, siłowników i elementów sterujących. Projektowanie hydraulicznych układów zamkniętych i otwartych. Systemy sterowania i dynamika układów. Filtracja, obsługa i eksploatacja układów. Podstawy pneumatyki. Budowa i charakterystyki sprężarek. Silniki i siłowniki pneumatyczne. Instalacje i układy pneumatyczne. Sterowanie układami.</i></p>	4,0	IM	K_W11, K_W15, K_U09, K_U17
C.7	<p>Układy cyfrowe i mikroprocesorowe (40 h):</p> <p><i>Wprowadzenie w technikę cyfrową. Kody binarne. Arytmetyka stała- i zmiennopozycyjna. Podstawy algebry Boole'a. Bramki logiczne i przerzutniki. Podstawowe bloki kombinacyjne, sekwencyjne i arytmetyczne. Układy programowalne. Klasyfikacja i organizacja pamięci. Architektura mikroprocesorów. Budowa mikroprocesora i mikrokontrolera – organizacja procesora, cykl rozkazowy, tryby adresowania, lista rozkazów. Podstawowe układy wejścia-wyjścia i wbudowane układy peryferyjne. Elementy programowania układów mikroprocesorowych – programowa obsługa układów peryferyjnych.</i></p>	4,0	AEE	K_W04, K_U11, K_U18,
C.8	<p>Podstawy programowania (60 h):</p> <p><i>Charakterystyka języków programowania. Zasady tworzenia programów w językach wysoko i niskopoziomowych. Ogólna charakterystyka zintegrowanych środowisk programistycznych wspomagających programowanie i uruchamianie systemów mikroprocesorowych. Składnia programu w języku assemblera i w języku C. Deklaracja zmiennych i stałych. Działania na operatorach arytmetycznych. Działania na operatorach logicznych. Wykorzystanie wskaźników i tablic zmiennych. Standardowe funkcje wejścia/wyjścia, formatowanie wejścia/wyjścia. Obsługa systemu przerwań. Obsługa układów wejścia/wyjścia i interfejsów szeregowych. Obsługa wbudowanych układów peryferyjnych systemów mikroprocesorowych: liczników, timerów, zegara czasu rzeczywistego, przetworników A/D i</i></p>	5,0	ITT	K_W05, K_U13,

	<i>D/A. Obsługa urządzeń zewnętrznych. Ogólna charakterystyka wizualnych języków wysokiego poziomu. Wprowadzenie w zintegrowane środowiska programistyczne. Podstawowe typy danych. Charakterystyka środowisk uruchomieniowych JAVA i NET. Instrukcje i funkcje wewnętrzne języka. Definicja i wywołanie funkcji użytkownika. Metody zwracania wartości przez argument funkcji. Podstawowe cechy programowania obiektowego: zakres dostępności argumentów i metod, dziedziczenie, klasy. Budowanie interfejsu graficznego aplikacji. Wykorzystanie systemu przerwań w aplikacji. Obsługa zasobów sprzętowych komputera.</i>			
C.9	Podstawy modelowania i symulacji komputerowych (46 h): <i>Modelowania złożonych układów mechatronicznych. Opis matematyczny procesów dynamicznych i statycznych. Równania różniczkowe i różnicowe. Wyznaczanie transmitancji i modeli w przestrzeni stanu. Wprowadzenie do symulacji komputerowej. Rozwiązywanie równań różniczkowych metodami numerycznymi. Implementacja modeli matematycznych w programie Matlab-Simulink i LabView. Analiza modeli w dziedzinie czasu i częstotliwości. Modelowanie złożonych systemów w środowisku Matlab-Simulink i LabView. Modelowanie podstawowych elementów i układów systemów bezałogowych.</i>	3,0	IM	K_W08, K_U07, K_U11,
C.10	Sensoryka (44 h): <i>Pojęcia podstawowe metrologii. Przyrządy pomiarowe, przetworniki pomiarowe. Podstawy błędów pomiarowych. Narzędzia pomiarowe. Przetwarzanie sygnałów pomiarowych. Pomiar jako identyfikacja parametryczna. Modelowanie struktury i parametrów obiektu. Parametry charakterystyczne. Normalizacja błędów przetwarzania.. Systemy pomiarowe analogowe i cyfrowe. Przetworniki pomiarowe. Model przetwornika analogowego. Przetworniki cyfrowo-analogowe. Przetworniki analogowo-cyfrowe. Pomiar analogowe. Zasady działania przyrządów cyfrowych. Zasady techniki pomiaru.</i>	4,0	IM	K_W06, K_U08, K_U16
C.11	Mechanika lotu i podstawy budowy UAV (44 h): <i>Dynamika ruchu statku powietrznego jako punktu materialnego. Ruchy samolotów po torach prostoliniowych nachylonych do poziomu pod dowolnym kątem. Osiągi samolotu, zasięg i długotrwałość lotu. Ruchy nieustalone statku powietrznego po torach prostoliniowych i krzywoliniowych leżących w płaszczyźnie pionowej i poziomej oraz po torach przestrzennych. Start i lądowanie. Dynamika ruchu samolotu jako bryły materialnej. Równowaga, stateczność statyczna i sterowność podłużna statku powietrznego. Równowaga, stateczność statyczna i sterowność boczna. Momenty działające na samolot w ruchu nieustalonym. Dynamiczne własności statku powietrznego w niesterowalnym ruchu podłużnym, bocznym i przestrzennym. Osobliwości lotu samolotu na dużych kątach natarcia. Loty suborbitalne i orbitalne statków w przestrzeni.</i>	4,0	IM	K_W03, K_W11 K_U09,
C.12	Budowa robotów mobilnych (44 h) <i>Przeznaczenie i klasyfikacja platform bezałogowych. Struktury nośne robotów. Modułowość i unifikacja budowy robotów. Manipulatory i efekторы. Narzędzia robocze i</i>	4,0	IM	K_W04, K_U09,

	wyposażenie robotów. Szybkozłącza mechaniczne, elektryczne i hydrauliczne. Ładowność, udźwig i stateczność robotów. Mobilność i zwrotność robotów. Budowa i charakterystyki układów jezdnych robotów. Źródła energii i czas pracy. Silniki i układy napędowe robotów. Przekładnie, mechanizmy różnicowe, układy antypoślizgowe robotów. Systemy wizyjne i sterowania robotów. Stanowiska sterowania. Poziomy autonomii. Kształtowanie wymagań dla platform bezzałogowych: metoda AHP, NASA TLX, QFD. Ocena i testowanie platform bezzałogowych.			
C.13	Komputerowe wspomaganie obliczeń (44 h): Matlab i jego otoczenie. Macierze i łańcuchy. Skrypty i funkcje. Funkcje graficzne. Graficzny system komunikacji z użytkownikiem. Przetwarzanie danych. Metody liniowej algebry numerycznej. Aproksymacja i interpolacja. Podstawy użytkowania środowiska LabView. Typy i formaty zmiennych i stałych. Kontrolki i wskaźniki. Podstawowe operacje matematyczne i logiczne. Podstawy budowania interfejsów. Podstawowe elementy grafiki inżynierskiej w LabView. Podstawy programowania. Podstawowe struktury w LabView. Podprogramy i projekty. Zapis danych obsługa formatów. Zmienne lokalne i zmienne globalne. Wykorzystanie funkcji Matlab w środowisku LabView – Mathcrypt.	3,0	IM	K_W08, K_U07, K_U18,
C.14	Teoria ruchu platform lądowych i pływających (44 h): Budowa i kinematyka kołowych układów jezdnych, budowa i kinematyka gąsienicowych układów jezdnych, opory jazdy i skrętu, równanie ruchu, zapotrzebowanie mocy w układach napędowych, charakterystyki trakcyjne, siła i moc uciągu, stateczność wzdłużna i poprzeczna, stabilność ruchu, ruch krzywoliniowy, oddziaływanie sił zewnętrznych na platformy, nośność podłoża i mobilność terenowa, pokonywanie przeszkód, kształtowanie kołowych i gąsienicowych układów jezdnych, alternatywne systemy lokomocyjne, wyporność i stateczność pływania, metacentrum, opływy ciał stałych przez cieczkę, warstwa przyścienna, opory pływania, pędniki, współpraca układów napędowych.	4,0	IM	K_W03, K_U08,
	grupa treści kształcenia wybieralnego INŻYNIERIA BEZZAŁOGOWYCH PLATFORM LATAJĄCYCH			
D1.1	Manipulatory robotów mobilnych (90 h): Kinematyka i pole pracy manipulatorów. Manipulatory antropomorficzne. Budowa i układy napędowe manipulatorów. Właściwości dynamiczne manipulatorów. Dynamika zespołów napędowych (elektrycznych, pneumatycznych i hydraulicznych) i ich sterowanie. Strategie i układy sterowania manipulatorów. Planowanie trajektorii narzędzia. Zasady doboru struktur i nastaw regulatorów dla manipulatorów. Układy regulacji adaptacyjnej robotów. Podstawy sterowania siłowego. Sterowanie pozycyjno-siłowe manipulatorów. Sterowanie prędkościowe i nadążne. Sterowanie haptyczne.	6,0	IM	K_W03, K_W11, K_U07, K_U08, K_U09,
D1.2	Awionika platform latających (60 h): Definicja systemu awionicznego, architektury i podstawowe charakterystyki systemów awionicznych. Ogólna klasyfikacja urządzeń awionicznych. Wybrane elementy organizacji	4,0	IM/	K_W06 K_U08

	systemów i modułów awionicznych. Międzynarodowa atmosfera wzorcowa. Układy i czujniki pomiarowe. Układy aerometryczne. Systemy pomiaru i zobrazowania położenia przestrzennego UAV, Klasyfikacja, zadania i funkcje systemów nawigacyjnych. Systemy i urządzenia wspomagające proces lądowania. Systemy sterowania statków powietrznych. Analiza zagadnień bezpieczeństwa w ruchu lotniczym - systemy antykolizyjne. Systemy zarządzania lotem. Zagadnienia kompatybilności elektromagnetycznej na pokładzie statku powietrznego. Wybrane zagadnienia sensoryki i układów optoelektronicznych			
D1.3	Elektroenergetyka, systemy zasilania i baterie (44 h): Urządzenia przetwarzające energię w układach zasilania systemu bezzałogowego. Przetworniki. Jedno i trójfazowy przekształtnik tyrystorowy. Tyrystorowe regulatory mocy jedno i trójfazowe. Impulsowe układy DC/DC do obniżania (buck) i podwyższania (boost) napięcia.. Falowniki. Urządzenia przeznaczone do rozdziału mocy. Złącza silnoprądowe. Urządzenia wytwarzające/magazynujące energię w systemach bezzałogowych. Systemów zasilania gwarantowanego. Zasilacze buforowe. Agregaty prądotwórcze. Technologie produkcji baterii. Rodzaje baterii akumulatorowych. Podstawowe właściwości baterii akumulatorowych. Warunki eksploatacji baterii akumulatorowych. Układy monitorująco-sterujące pracą baterii akumulatorowych.	4,0	AEE	K_W04, K_W15 K_U10,
D1.4	Operatorskie stanowiska sterowania (30 h): Ergonomia i percepcja operatora, interfejsy człowiek-maszyna (HMI), systemów wizualizacji i nadzoru, prezentacja danych operatorowi, stacjonarne i mobilne stanowiska sterowania, sterowanie platformami i manipulatorami, wpływ opóźnień na efektywność sterowania. Metody testowania i oceny efektywności zdalnego sterowania	3,0	IM	K_W06 K_U01,
D1.5	Telemetria i sterowanie odległościowe (30 h): Łącza przewodowe i bezprzewodowe, komponenty wchodzące w skład systemów zdalnego sterowania. Przepustowość łączy i zasięg łączności. Opóźnienia w układzie. Strategie zdalnego sterowania. Implementacja podstawowych funkcji zdalnego sterowania.	3,0	AEE	K_W04, K_U18,
D1.6	Sterowanie platformami latającymi (46 h): Podstawy sterowania systemami bezzałogowymi. Struktura systemu sterowania robotów mobilnych. Struktura sterowania robotów latających. Elementy wykonawcze w systemach bezzałogowych. Układy pomiarowe w systemach bezzałogowych. Sterowniki i piloty automatyczne. Integracja układu sterowania – magistrale pokładowe. Podstawowe funkcje układów sterowania w systemach bezzałogowych. Stabilizacja trajektorii i położenia. Sterowanie dyrektywne i autonomiczne. Wprowadzenia do sterowania grupą i rojem sytemu bezzałogowego.	4,0	AEE	K_W08, K_U07, K_U12, K_U18,
D1.7	Systemy wizyjne (44 h): Układy akwizycji obrazu w robotyce. Budowa mechaniczna i opis zasady działania układów akwizycji obrazu (w tym układy optoelektroniczne). Rodzaje i opis metod przesyłania obrazu w robotyce. Standardy transmisji przewodowej i	4,0	IM	K_W06, K_U11,

	<i>bezprzewodowej. Sposoby wizualizacji obrazu. Sposoby przetwarzania obrazu w robotyce.</i>			
D1.8	Pokładowe sieci komputerowe (44 h): <i>Wprowadzenie do komunikacji w systemach rozproszonych. Podstawy transmisji informacji w lokalnych i przemysłowych sieciach komputerowych. Elementy teorii przesyłania informacji w szeregowych i równoległych interfejsach i magistralach komunikacyjnych. Magistrale i interfejsy komputerów jednopłytkowych i sterowników PLC. Lokalne interfejsy szeregowych systemów mikroprocesorowych i czujników inteligentnych. Podstawowe parametry przewodowych i bezprzewodowych interfejsów standardowych. Magistrale danych w pojazdach. Pokładowe magistrale komunikacyjne stosowane w lotnictwie cywilnym i wojskowym.</i>	3,0	AEE	K_W07, K_U18,
D1.9	Projektowanie struktur nośnych robotów latających (60 h): <i>Rodzaje konstrukcji nośnych. Identyfikacja obciążeń działających na konstrukcje. Wykorzystanie programów CAD w projektowaniu struktur nośnych. Siły zewnętrzne i ich redukcja. Wprowadzenie do MES, rodzaje elementów skończonych. Rodzaje i funkcje więzów kinematycznych, elementy wirtualne. Obciążenia skupione i ciągłe. Przyspieszenie równoważne. Siatka powierzchniowa i bryłowa. Ocena wyników, wytyczenie i odkształcenia konstrukcji. Wyboczenie konstrukcji. Generowanie dokumentacji technicznej.</i>	5,0	IM	K_W09, K_U02, K_U03, K_U09, K_U14 K_U17, K_U19, K_U20,
D1.10	Programowanie sterowników PLC (44 h): <i>Architektura sterowników PLC stosowanych w automatyce i robotyce. Rola podzespołów sterownika PLC w procesie realizacji programu. Opis mechanizmów przygotowania oprogramowania dla sterownika PLC. Rola typów danych w sterownikach PLC. Opis modeli tworzenia systemów sterowania dla sterowników PLC. Opisy wejść i wyjść sterownika w teorii i praktyce. Interfejsy komunikacyjne w sterownikach PLC. Obsługa wejść i wyjść w sterownikach PLC. Przygotowanie prostych systemów sterowania. Zarządzanie komunikacją pomiędzy sterownikami PLC.</i>	4,0	AEE	K_W07, K_U11, K_U12,
D1.11	Systemy nawigacji i lokalizacji oraz autonomia działania robotów latających (46 h): <i>Podstawy nawigacji. Systemy nawigacji inercyjnej. Systemy nawigacji satelitarnej. Systemy wizyjne i laserowe. Ograniczenia w poruszaniu się dronów i pojazdów mobilnych w przestrzeni publicznej. Budowa mapy otoczenia. Lokalizacja robotów. Metody planowania trajektorii robotów mobilnych.</i>	4,0	IM	K_W21, K_U18,
	grupa treści kształcenia wybieralnego PROJEKTOWANIE ROBOTÓW I SYSTEMÓW AUTONOMICZNYCH POJAZDÓW			
D2.1	Manipulatory robotów mobilnych (90 h): <i>Kinematyka i pole pracy manipulatorów. Manipulatory antropomorficzne. Budowa i układy napędowe manipulatorów. Właściwości dynamiczne manipulatorów. Dynamika zespołów napędowych (elektrycznych, pneumatycznych i hydraulicznych) i ich sterowanie. Strategie</i>	6,0	IM	K_W03, K_W11, K_U07, K_U08, K_U09,

	<i>i układy sterowania manipulatorów. Planowanie trajektorii narzędzia. Zasady doboru struktur i nastaw regulatorów dla manipulatorów. Układy regulacji adaptacyjnej robotów. Podstawy sterowania siłowego. Sterowanie pozycyjno-siłowe manipulatorów. Sterowanie prędkościowe i nadążne. Sterowanie haptyczne.</i>			
D2.2	Vetronika platform lądowych (60 h): <i>Definicja, architektury i podstawowe charakterystyki systemów vetronicznych. Ogólna klasyfikacja urządzeń vetronicznych. Wybrane elementy organizacji systemów i modułów vetronicznych. Systemy pomiaru i zobrazowania położenia przestrzennego., Klasyfikacja, zadania i funkcje systemów nawigacyjnych. Zintegrowane systemy zasilania urządzeń pokładowych. Sterowanie elementami układu napędowego Urządzenia poprawiające bezpieczeństwo 3czynne platformy bezzałogowej (ABS, ASR, systemy kontroli trakcji). Systemy ochrony pieszych. Urządzenia elektronicznego wyposażenia dodatkowego (sensory i układy optoelektroniczne). Zagadnienia kompatybilności elektromagnetycznej na pokładzie platformy lądowej.</i>	4,0	IM	K_W06 K_U08
D2.3	Elektroenergetyka, systemy zasilania i baterie (44 h): <i>Urządzenia przetwarzające energię w układach zasilania systemu bezzałogowego. Prostowniki. Jedno i trójfazowy przekształtnik tyrystorowy. Tyrystorowe regulatory mocy jedno i trójfazowe. Impulsowe układy DC/DC do obniżania (buck) i podwyższania (boost) napięcia.. Falowniki. Urządzenia przeznaczone do rozdzielenia mocy. Złącza silnoprądowe. Urządzenia wytwarzające/magazynujące energię w systemach bezzałogowych. Systemów zasilania gwarantowanego. Zasilacze buforowe. Agregaty prądotwórcze. Technologie produkcji baterii. Rodzaje baterii akumulatorowych. Podstawowe właściwości baterii akumulatorowych. Warunki eksploatacji baterii akumulatorowych. Układy monitorująco-sterujące pracą baterii akumulatorowych.</i>	4,0	AEE	K_W04, K_W15 K_U10,
D2.4	Operatorskie stanowiska sterowania (30 h): <i>Ergonomia i percepcja operatora, interfejsy człowiek-maszyna (HMI), systemów wizualizacji i nadzoru, prezentacja danych operatorowi, stacjonarne i mobilne stanowiska sterowania, sterowanie platformami i manipulatorami, wpływ opóźnień na efektywność sterowania. Metody testowania i oceny efektywności zdalnego sterowania</i>	3,0	IM	K_W06 K_U01,
D2.5	Telemetria i sterowanie odległościowe (30 h): <i>Łącza przewodowe i bezprzewodowe, komponenty wchodzące w skład systemów zdalnego sterowania. Przepustowość łączy i zasięg łączności. Opóźnienia w układzie. Strategie zdalnego sterowania. Implementacja podstawowych funkcji zdalnego sterowania.</i>	3,0	AEE	K_W04, K_U18,
D2.6	Sterowanie autonomicznymi platformami lądowymi (46 h): <i>Podstawy sterowania systemami bezzałogowymi. Struktura systemu sterowania robotów mobilnych. Elementy wykonawcze w systemach bezzałogowych. Układy pomiarowe w lądowych platformach bezzałogowych. Integracja układu sterowania – magistrale pokładowe. Podstawowe funkcji układów sterowania w systemach</i>	4,0	AEE	K_W08, K_U07, K_U12, K_U18,

	<i>bezzałogowych. Wprowadzenia do sterowania grupą i rojem platform lądowych.</i>			
D2.7	Systemy wizyjne (44 h): <i>Układy akwizycji obrazu w robotyce. Budowa mechaniczna i opis zasady działania układów akwizycji obrazu (w tym układy optoelektroniczne). Rodzaje i opis metod przesyłania obrazu w robotyce. Standardy transmisji przewodowej i bezprzewodowej. Sposoby wizualizacji obrazu. Sposoby przetwarzania obrazu w robotyce.</i>	4,0	IM	K_W06, K_U11,
D2.8	Pokładowe sieci komputerowe (44 h): <i>Wprowadzenie do komunikacji w systemach rozproszonych. Podstawy transmisji informacji w lokalnych i przemysłowych sieciach komputerowych. Elementy teorii przesyłania informacji w szeregowych i równoległych interfejsach i magistralach komunikacyjnych. Magistrale i interfejsy komputerów jednopłytkowych i sterowników PLC. Lokalne interfejsy szeregowych systemów mikroprocesorowych i czujników inteligentnych. Podstawowe parametry przewodowych i bezprzewodowych interfejsów standardowych. Magistrale danych w pojazdach. Pokładowe magistrale komunikacyjne stosowane w lotnictwie cywilnym i wojskowym.</i>	3,0	AEE	K_W07, K_U18,
D2.9	Projektowanie struktur nośnych platform lądowych (60 h): <i>Rodzaje konstrukcji nośnych. Identyfikacja obciążeń działających na konstrukcje. Wykorzystanie programów CAD w projektowaniu struktur nośnych. Siły zewnętrzne i ich redukcja. Wprowadzenie do MES, rodzaje elementów skończonych. Rodzaje i funkcje więzów kinematycznych, elementy wirtualne. Obciążenia skupione i ciągłe. Przyspieszenie równoważne. Siatka powierzchniowa i bryłowa. Ocena wyników, wyłączenie i odkształcenia konstrukcji. Wyboczenie konstrukcji. Generowanie dokumentacji technicznej.</i>	5,0	IM	K_W09, K_U02, K_U03, K_U04, K_U09, K_U14 K_U17, K_U19, K_U20,
D2.10	Programowanie sterowników PLC (44 h): <i>Architektura sterowników PLC Architektura sterowników PLC stosowanych w automatyce i robotyce. Rola podzespołów sterownika PLC w procesie realizacji programu. Opis mechanizmów przygotowania oprogramowania dla sterownika PLC. Rola typów danych w sterownikach PLC. Opis modeli tworzenia systemów sterowania dla sterowników PLC. Opisy wejść i wyjść sterownika w teorii i praktyce. Interfejsy komunikacyjne w sterownikach PLC. Obsługa wejść i wyjść w sterownikach PLC. Przygotowanie prostych systemów sterowania. Zarządzanie komunikacją pomiędzy sterownikami PLC.</i>	4,0	AEE	K_W07, K_U11, K_U12,
D2.11	Systemy nawigacji i lokalizacji oraz autonomia platform mobilnych (46 h): <i>Podstawy nawigacji. Systemy nawigacji inercyjnej. Systemy nawigacji satelitarnej. Systemy wizyjne i laserowe. Ograniczenia w poruszaniu się pojazdów mobilnych w przestrzeni publicznej. Budowa mapy otoczenia. Lokalizacja robotów. Metody planowania trasy robotów mobilnych.</i>	4,0	IM	K_W21, K_U18,

praca dyplomowa				
E.1	Seminarium dyplomowe (30 h): <i>Praca dyplomowa jako praca analityczno-koncepcyjna, projektowa, eksperymentalna, przeglądowa. Przykładowa tematyka prac dyplomowych dla wszystkich specjalności. Etyka i elementy prawa autorskiego. Rola i sposoby wykorzystania literatury technicznej w rozwiązywaniu złożonych problemów technicznych. Rola eksperymentu w pracy naukowej. Etapy rozwiązywania i wykonywania zadania dyplomowego. Układ i zawartość pracy dyplomowej. Technika pisania i redagowania pracy dyplomowej. Istota i cele autoprezentacji. Techniki prezentacji i dyskusji wyników pracy dyplomowej. Prezentacja i dyskusja sposobów rozwiązania zagadnień ujętych w zadaniu dyplomowym, wyników częściowych i całości projektu inżynierskiego. Przygotowanie do obrony pracy dyplomowej.</i>	2,0	IM	K_U02, K_U03, K_U05, K_K01
E.2	Praca dyplomowa <i>Opracowanie inżynierskiej pracy dyplomowej w zakresie wybranej specjalności. Prezentacja i dyskusja sposobów rozwiązania zagadnień ujętych w zadaniu dyplomowym, wyników częściowych i całości pracy dyplomowej. Przygotowanie do obrony pracy dyplomowej.</i>	20,0	IM	K_U01, K_U02, K_U03, K_U05, K_K01
praktyka zawodowa				
F.1	Praktyka zawodowa (4 tygodnie): <i>Zapoznanie studentów z obowiązującymi w zakładzie regulaminami i przepisami BHP. Zapoznanie ze strukturą organizacyjną, profilem działalności, zadaniami i możliwościami zakładu. Zapoznanie z dokumentacją techniczną, obsługowo-naprawczą, remontową itp., obiegiem dokumentacji oraz procesem kontroli jakości. Kontrola stanu urządzeń i pomiary diagnostyczne z wykorzystaniem aparatury obsługowej i kontrolno-pomiarowej (pod kierunkiem instruktora). Podstawowe prace obsługowe i warsztatowe na stanowiskach roboczych (pod kierunkiem instruktora). Użytkowanie, instalacja i konfiguracja komputerowego oprogramowania specjalistycznego lub pomocniczego. Prace edycyjno-wydawnicze w zakresie przygotowywania i sporządzania dokumentacji technicznej, technologicznej oraz reklamowo-promocyjnej.</i>	4,0		K_U01, K_U02, K_U03, K_U21, K_U22, K_K01, K_K02, K_K03,
Razem		210	X	X

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się⁵ osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu kształcenia

Weryfikacja zakładanych efektów uczenia się prowadzona jest systematycznie przez cały okres studiów. Warunkiem zaliczenia każdego z modułów jest osiągnięcie zakładanych efektów uczenia się co najmniej na ocenę dostateczną. Dla każdej formy realizacji modułu (wykłady, ćwiczenia, laboratoria, projekt, seminarium) zostały zdefiniowane zakładane efekty uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych oraz metody i sposoby ich weryfikacji. Szczegółowe sposoby weryfikacji efektów uczenia się są zawarte w karcie informacyjnej modułu.

Osiągnięcie przez studenta zakładanych efektów w kategorii kompetencji społecznych wynika z jego postawy w całym okresie studiów. Studenci od drugiego roku mogą uczestniczyć w

⁵ opis ogólny - szczegóły w kartach informacyjnych przedmiotów

pracach Kół Naukowych Studentów działających w Wojskowej Akademii Technicznej. Realizacja prac w ramach KNS, uczestnictwo w seminariach jest głównym wskaźnikiem osiągnięcia zakładanych efektów w kategorii kompetencji społecznych. Szczegóły dotyczące zasad działalności KNS reguluje regulamin KNS oraz ich opiekunowie.

Ostateczną formą weryfikacji nabytej wiedzy, umiejętności oraz kompetencji społecznych jest pozytywna ocena pracy dyplomowej i egzaminu dyplomowego.

Plan studiów stacjonarnych - załącznik nr 1.

(STRONA CELOWO POZOSTAWIONA PUSTA)

(STRONA CELOWO POZOSTAWIONA PUSTA)

WYDZIAŁOWA RADA
SAMORZĄDU WYDZIAŁU
MECHATRONIKI UZBROJENIA I
LOTNICTWA WAT

Warszawa, 15 kwietnia 2021 r.

Przewodniczący

Wydziałowej Rady ds. Kształcenia

Dr inż. Zdzisław ROCHAŁA

Dotyczy: zaopiniowania programów studiów.

Wydziałowa Rada Samorządu, po dokonaniu analizy przedstawionych programów studiów, postanowiła pozytywnie zaopiniować „Programy studiów inżynierskich” o profilu ogólnoakademickim, rozpoczynających się od 1 października roku akademickiego 2021/2022

nw. kierunków studiów:

- „lotnictwo i kosmonautyka”;
- „mechatronika”;
- „Inżynieria bezpieczeństwa”;
- „Inżynieria systemów bezzalagowych”.

Za Samorząd WRS WML
Przewodnicząca



Aneta MIŚIAK

OPINIA

**Wydziałowej Rady ds. Kształcenia
Wydziału Mechatroniki, Uzbrojenia i Lotnictwa
Wojskowej Akademii Technicznej
im. Jarosława Dąbrowskiego**

nr 12/2021 z dnia 28 kwietnia 2021 r.

w sprawie opracowania projektu programu studiów I stopnia

Wydziałowa Rada ds. Kształcenia Wydziału Mechatroniki, Uzbrojenia i Lotnictwa Wojskowej Akademii Technicznej pozytywnie opiniuje projekt programu studiów I stopnia dla kierunku *inżynieria systemów bezzałogowych* obowiązujący od roku akademickiego 2020/2021.

Przewodniczący


dr inż. Zdzisław ROCHAŁA, prof. WAT



**Wojskowa
Akademia
Techniczna**

**Uchwała
Rady Dyscypliny Naukowej „Inżynieria Mechaniczna”
Wojskowej Akademii Technicznej
im. Jarosława Dąbrowskiego**

nr 17/RDN IM/2021 z dnia 19 maja 2021 r.

w sprawie zaopiniowania projektu programu studiów I stopnia na kierunku „inżynieria systemów bezzałogowych”

Na podstawie § 25 ust. 1 pkt 13 Statutu WAT, stanowiącego załącznik do uchwały Senatu WAT nr 16/WAT/2019 z dnia 25 kwietnia 2019 r. w sprawie uchwalenia Statutu Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego (tj. obwieszczenie Rektora WAT nr 2/WAT/2019 z dnia 9 października 2019 r.), uchwała, co następuje:

§ 1

Rada Dyscypliny Naukowej „Inżynieria Mechaniczna” pozytywnie opiniuje projekt programu studiów I stopnia na kierunku „inżynieria systemów bezzałogowych”, obowiązujący od roku akademickiego 2021/2022 na Wydziale Mechatroniki, Uzbrojenia i Lotnictwa.

§ 2

Uchwała wchodzi w życie z dniem podjęcia.

Przewodniczący

prof. dr hab. inż. Jerzy MAŁACHOWSKI

(STRONA CELOWO POZOSTAWIONA PUSTA)