

WOJSKOWA AKADEMIA TECHNICZNA

im. Jarosława Dąbrowskiego

PROGRAM STUDIÓW

Poziom studiów: *studia jednolite magisterskie*

Kierunek studiów: *technologie przełomowe*

Profil studiów: *ogólnoakademicki*

Forma studiów: *stacjonarne*

***Uchwała Senatu Wojskowej Akademii Technicznej
im. Jarosława Dąbrowskiego
nr 60/WAT/2023 z dnia 30 marca 2023 r.
w sprawie ustalenia programu stacjonarnych studiów jednolitych magisterskich
dla kierunku studiów „technologie przełomowe”***

Obowiązuje od roku akademickiego 2023/2024

Warszawa
2023

PROGRAM STUDIÓW

dla kierunku studiów technologie przełomowe

Poziom studiów *jednolite studia magisterskie*
Profil studiów *ogólnoakademicki*
Forma studiów *stacjonarne*
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom *magister inżynier*
Poziom Polskiej Ramy Kwalifikacji: 7

Kierunek studiów przyporządkowany jest do:

Dziedzina nauki: *nauki inżynieryjno-techniczne*

Dyscyplina naukowa: *automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne*

100 % punktów ECTS

Dyscyplina wiodąca: *automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne*

Język studiów *polski*

Liczba semestrów *10*

Łączna liczba godzin

<i>W programie specjalności profilowanej przedmiotami wybieralnymi</i>	<i>Łączna liczba godzin</i>
Technologie optoelektroniczne	3402
Systemy elektroniczne i telekomunikacyjne	3530
Technologie fotoniczne	3396
Technologie maszynowego wspomagania decyzji i automatyzacji procesów	3356
Technologie w inżynierii mechanicznej	3546
Systemy mechatroniczne	3564
Inżynieria lądowa i geoprzestrzenna	3388

Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów: 300

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

- prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia

<i>W programie specjalności profilowanej przedmiotami wybieralnymi</i>	<i>Liczba punktów ECTS</i>
Technologie optoelektroniczne	170
Systemy elektroniczne i telekomunikacyjne	176
Technologie fotoniczne	170
Technologie maszynowego wspomagania decyzji i automatyzacji procesów	168
Technologie w inżynierii mechanicznej	177
Systemy mechatroniczne	178
Inżynieria lądowa i geoprzestrzenna	169

- z obszaru nauk humanistycznych lub nauk społecznych¹ - 7

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

4 tygodnie, 6 ECTS, w X semestrze.

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 inżynierskich²

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.

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* – Inż_P7S_WG³ – kod składnika opisu charakterystyk drugiego stopnia dla kwalifikacji na poziomie 7 Polskiej Ramy Kwalifikacji.

¹ nie dotyczy kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne

² dotyczy kierunków studiów, absolwentom których nadawany jest tytuł zawodowy: inż., mgr inż.

³ w przypadku kompetencji inżynierskich

Symbol i numer efektu	opis zakładanych efektów uczenia się	kod składnika opisu
WIEDZA Absolwent:		
K_W01	zna i rozumie charakter, miejsce i znaczenie nauk społecznych i humanistycznych oraz ich relacje do innych nauk	P7S_WG
K_W02	posiada poszerzoną i pogłębianą wiedzę w zakresie wybranych działów matematyki, obejmującą elementy matematyki dyskretniej i stosowanej, w tym metody matematyczne niezbędne do modelowania i analizy systemów optoelektronicznych i elektronicznych	P7S_WG
K_W03	posiada pogłębianą wiedzę w zakresie technologii modelowania i analizowania działania analogowych i cyfrowych elementów oraz układów optoelektronicznych	P7S_WG Inż_P7S_WG
K_W04	zna w pogłębianym stopniu metody modelowania i analizowania złożonych systemów optycznych, optoelektronicznych i elektronicznych, w tym systemów zawierających układy programowalne	P7S_WG Inż_P7S_WG
K_W05	posiada pogłębianą wiedzę w zakresie tworzenia i analizy algorytmów przetwarzania sygnałów optycznych, sygnałów cyfrowych, w tym specjalizowanych algorytmów przetwarzania obrazu	P7S_WG Inż_P7S_WG
K_W06	ma pogłębianą wiedzę w zakresie fizyki, obejmującą podstawy fizyki kwantowej i fizykę ciała stałego, podstawy fizyki laserów w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia zjawisk fizycznych mających istotny wpływ na właściwości nowych materiałów, działanie elementów elektronicznych i optoelektronicznych oraz zna metody i sposoby opisu właściwości optycznych ośrodków materialnych i oddziaływania promieniowania elektromagnetycznego z ośrodkami materialnymi	P7S_WG Inż_P7S_WG
K_W07	ma uporządkowaną wiedzę w zakresie zastosowania elementów układów scalonych i mikrosystemów elektronicznych i fotonicznych, ma podstawową wiedzę w zakresie nanotechnologii	P7S_WG Inż_P7S_WG
K_W08	ma pogłębianą wiedzę w zakresie zastosowania komputerów w pomiarach; jest zapoznany z organizacją i zastosowaniem wybranych interfejsów systemów pomiarowych, wie jak prowadzić badania z zastosowaniem komputerów	P7S_WG Inż_P7S_WG
K_W09	ma pogłębianą wiedzę w zakresie projektowania analogowych, cyfrowych i mieszanych układów elektronicznych oraz systemów elektronicznych; zna języki opisu sprzętu i komputerowe narzędzia do projektowania i symulacji układów i systemów	P7S_WG Inż_P7S_WG
K_W10	ma podstawową wiedzę w zakresie algorytmów wykorzystywanych w aplikacjach multimedialnych	P7S_WG Inż_P7S_WG
K_W11	zna i rozumie w pogłębianym stopniu wybrane metody sztucznej inteligencji stosowane w projektowaniu układów i systemów	Inż_P7S_WG
K_W12	ma uporządkowaną wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach w zakresie automatyki, elektroniki, elektrotechniki i technologii kosmicznych	P7S_WG
K_W13	ma wiedzę o cyklu życia urządzeń, obiektów oraz systemów, w szczególności dotyczących badań i działań w zakresie automatyki, elektroniki, elektrotechniki i technologii kosmicznych	P7S_WG Inż_P7S_WG
K_W14	ma pogłębianą wiedzę w zakresie wykorzystania techniki komputerowej do modelowania i rozwiązywania problemów inżynierskich	P7S_WG Inż_P7S_WG
K_W15	ma pogłębianą wiedzę w zakresie pól i fal elektromagnetycznych i propagacji fal, oraz wiedzę niezbędną do zrozumienia generacji, modulacji oraz detekcji i demodulacji sygnałów	P7S_WG

K_W16	zna obecny stan oraz trendy rozwojowe techniki satelitarnej i kosmicznej	P7S_WG
K_W17	ma pogłębioną wiedzę na temat cyklu życia urządzeń i systemów satelitarnych i kosmicznych	P7S_WG
K_W18	ma pogłębioną wiedzę w zakresie nadawania i odbioru sygnałów w systemach satelitarnych	P7S_WG
K_W19	ma pogłębioną wiedzę w zakresie nawigacji satelitarnej, układów odniesienia i modelowania danych	P7S_WG
K_W20	ma pogłębioną wiedzę w zakresie badania i modelowania zjawisk geofizycznych	P7S_WG
K_W21	ma pogłębioną wiedzę z zakresu źródeł promieniowania elektromagnetycznego oraz ich zastosowań w telekomunikacji, technologii, medycynie i w badaniach naukowych	P7S_WG
K_W22	ma pogłębioną wiedzę w zakresie matematycznego modelowania systemów mechatronicznych oraz wykorzystania uzyskanych wyników do projektowania i integracji elementów mechanicznych	P7S_WG Inż_P7S_WG
K_W23	zna ekonomiczne, prawne oraz etyczne uwarunkowania działalności zawodowej, w tym zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego	P7S_WK
K_W24	ma podstawową wiedzę niezbędną do rozumienia pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej, zna podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy	P7S_WG Inż_P7S_WG
K_W25	zna i rozumie podstawowe zasady tworzenia i rozwoju różnych form przedsiębiorczości, charakterystycznych dla automatyki, elektroniki, elektrotechniki i technologii kosmicznych	P7S_WK Inż_P7S_WK
K_W26	zna i rozumie fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji	P7S_WK
K_W27	ma wiedzę niezbędną do rozumienia zasadniczych problemów z zakresu robotyki, tworzenia symulatorów robotów przemysłowych i planowania dla nich zadań	P7S_WG Inż_P7S_WG
UMIEJĘTNOŚCI Absolwent:		
K_U01	potrafi posługiwać się językiem obcym na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego, w stopniu pozwalającym na porozumiewanie się w mowie i piśmie w zakresie ogólnym oraz w wyższym stopniu w zakresie specjalistycznej terminologii	P7S_UK
K_U02	potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim lub innym języku obcym uznawanym za język komunikacji międzynarodowej w zakresie automatyki, elektroniki, elektrotechniki i technologii kosmicznych, potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie	P6S_UW
K_U03	potrafi porozumiewać się i prowadzić debatę przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach, w szczególności potrafi posługiwać się technikami informacyjno-komunikacyjnymi właściwymi do realizacji zadań typowych dla działalności inżynierskiej	P7S_UK P7S_UW
K_U04	potrafi przygotować w języku polskim i języku obcym dobrze udokumentowane opracowanie problemu, o charakterze ekspertyzy inżynierskiej bądź pracy badawczej z zakresu automatyki, elektroniki, elektrotechniki i technologii kosmicznych	P7S_UW
K_U05	potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i realizować proces samokształcenia	P7S_UU
K_U06	potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski	P7S_UW Inż_P7S_UW

K_U07	potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i problemów badawczych metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne	P7S_UW Inż_P7S_UW
K_U08	potrafi – przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich – integrować wiedzę z zakresu automatyki, elektroniki, elektrotechniki i technologii kosmicznych oraz zastosować podejście systemowe, uwzględniając także aspekty pozatechniczne	P7S_UW Inż_P7S_UW
K_U09	potrafi formułować i testować hipotezy związane z prostymi problemami badawczymi	P7S_UW Inż_P7S_UW
K_U10	potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć (technik i technologii) w zakresie automatyki, elektroniki, elektrotechniki i technologii kosmicznych	P7S_UW Inż_P7S_UW
K_U11	potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne, w szczególności urządzenia, obiekty, systemy, procesy i usługi. Potrafi zaproponować ulepszenia (usprawnienia) istniejących rozwiązań technicznych	P7S_UW Inż_P7S_UW
K_U12	potrafi dokonać identyfikacji i sformułować specyfikację złożonych zadań inżynierskich, charakterystycznych dla automatyki, elektroniki, elektrotechniki i technologii kosmicznych, w tym zadań nietypowych, uwzględniając ich aspekty pozatechniczne	P7S_UW Inż_P7S_UW
K_U13	potrafi ocenić przydatność metod i narzędzi służących do rozwiązania zadania inżynierskiego, charakterystycznego dla automatyki, elektroniki, elektrotechniki i technologii kosmicznych, w tym dostrzec ograniczenia tych metod i narzędzi; potrafi – stosując także koncepcyjnie nowe metody – rozwiązywać złożone zadania inżynierskie, w tym zadania nietypowe oraz zadania zawierające komponent badawczy	P7S_UW Inż_P7S_UW
K_U14	potrafi – zgodnie z zadaną specyfikacją, uwzględniając aspekty pozatechniczne – zaprojektować złożone urządzenie, obiekt, system lub proces, związane z zakresem automatyki, elektroniki, elektrotechniki i technologii kosmicznych oraz zrealizować ten projekt – używając właściwych metod, technik i narzędzi, w tym przystosowując do tego celu istniejące lub opracowując nowe narzędzia.	P7S_UW Inż_P7S_UW
K_U15	potrafi dokonać analizy ekonomicznej podejmowanych działań inżynierskich i badawczych	P7S_UW Inż_P7S_UW
K_U16	potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań związanych z nawigacją satelitarną	P7S_UW Inż_P7S_UW
K_U17	potrafi zastosować nowe materiały i wybrane zaawansowane technologie materiałowe w procesie projektowania i konstrukcji podzespołów, urządzeń i systemów stosowanych w urządzeniach inżynierii kosmicznej i satelitarnej	P7S_UW Inż_P7S_UW
K_U18	potrafi kierować pracą zespołu, współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych i podejmować wiodącą rolę w zespołach	P7S_UO
KOMPETENCJE SPOŁECZNE Absolwent:		
K_K01	jest gotów do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu	P7S_KK
K_K02	jest przygotowany do wypełniania zobowiązań społecznych, inspirowania i organizowania działalności na rzecz interesu i środowiska społecznego	P7S_KO
K_K03	jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy	P7S_KO

K_K04	ma świadomość ważności zachowania w sposób profesjonalny, przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania różnorodności poglądów i kultur	P7S_KR
K_K05	jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści	P7S_KK
K_K06	jest przygotowany do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, z uwzględnieniem zmieniających się potrzeb społecznych, w tym: rozwijania dorobku zawodu, podtrzymywania etosu zawodu, przestrzegania i rozwijania zasad etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad	P7S_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			
1.	Język obcy: <i>Materiał strukturalno-gramatyczny oraz pojęciowo-funkcyjny.</i>	8,0	AEEITK	K_U01
2.	Wychowanie fizyczne: <i>Doskonalenie sprawności fizycznej. Rozwijanie umiejętności ruchowych i technicznych w zespołowych formach aktywności fizycznej. Kształtowanie i wyrabianie niezbędnych nawyków do systematycznej aktywności fizycznej. Samokontrola oceny poziomu sprawności fizycznej oraz wydolności organizmu na podstawie przeprowadzonych testów i sprawdzianów.</i>	0,0	-	K_U18
3.	Etyka zawodowa: <i>Etyka a moralność. Metaetyka, etyka normatywna i opisowa. Etyka ogólna a etyki zawodowe. Problem kodyfikacji norm etyki zawodowej. Zarys nurtów i koncepcji etycznych – starożytność, średniowiecze, nowożytność współczesność. Wybrane problemy etyki środowiskowej.</i>	1,5	AEEITK	K_W01, K_U01 K_K01
4.	Ochrona własności intelektualnych: <i>Pojęcie dóbr niematerialnych, ich rodzaje i historyczna ewolucja. Dobra osobiste. Rodzaje utworów i rozwiązań Umowny podział na własność intelektualną, chronioną przez prawo autorskie i własność przemysłową chronioną przez prawo własności przemysłowej. Przedmiot ochrony prawa autorskiego. Program komputerowy jako przedmiot ochrony prawno-autorskiej.</i>	1,5	AEEITK	K_W23, K_K01
5.	Podstawy zarządzania i przedsiębiorczości: <i>Pojęcia podstawowe z zarządzania, proces zarządzania, struktury organizacyjne, kierowanie ludźmi. Zarządzanie jako proces informacyjno-decyzyjny. Proces podejmowania decyzji. Współczesne koncepcje zarządzania.</i>	3,0	AEEITK	K_W25, K_W23 K_W25, K_U18 K_K01, K_K03

6.	Wprowadzenie do informatyki: <i>Celem przedmiotu jest przedstawienie oraz nauczanie studenta przygotowania i wykorzystania komputerów oraz oprogramowania w dydaktyce i pracy. Wykłady prezentują zagadnienia zarówno ogólne teoretyczne, jak również praktyczne szczegóły w wybranych zagadnieniach. W ramach zajęć laboratoryjnych w wybranym środowisku operacyjnym, na określonym przez prowadzącego pakiecie biurowym i środowisku programowania realizowane są zadania ilustrujące treści wykładu.</i>	3,0	AEEITK	K_W08, K_U03 K_K01
7.	Wprowadzenie do studiowania: <i>Nowoczesne metody studiowania, umiejętności niezbędne w studiowaniu: umiejętność samodzielnego uczenia się, autoprezentacji, wystąpień publicznych, naukowej dyskusji, odpowiedzialnej pracy w zespole, studiowania literatury naukowej, tworzenia sprawozdań z badań, inicjowania zagadnień do studiowania, rozwijania postawy badawczej i twórczej, a także zarządzania swoim czasem oraz radzenia sobie ze stresem</i>	0,5	AEEITK	K_W08, K_U05 K_K01
8.	Wybrane zagadnienia prawa: <i>Istota prawa, teoria i praktyka prawa. Podstawowe gałęzie prawa w Polsce. Prawo autorskie i wynalazcze. Prawo a wpływ na naukę.</i>	1,5	AEEITK	K_W01, K_W23, K_W25, K_U01
9.	Bezpieczeństwo i higiena pracy: <i>Pojęcia i definicje: ergonomia, bezpieczeństwo i higiena pracy, ochrona pracy, czynniki niebezpieczne, szkodliwe i uciążliwe. Obowiązki pracodawcy i pracownika. Nadzór nad warunkami pracy.</i>	0,0	AEEITK	K_W24
10.	Przedmiot społeczno-humanistyczny do wyboru:	2,0	AEEITK	K_W01, K_U04 K_K02
10a.	Historia Polski: <i>Znajomość historii Polski od X do XX wieku - najważniejszych wydarzeń i procesów historycznych. Rozumienie konieczności posiadania wiedzy z zakresu historii Polski w celu skutecznego wywiązywania się z obowiązków służbowych.</i>		AEEITK	
10b.	Filozofia: <i>Geneza filozofii: przedmiot, metody poznania i działy oraz kierunki rozwojowe. Główne zagadnienia i podstawowe problemy dziejów myśli filozoficznej: epoki, okresy i szkoły. Filozofia epoki starożytnej: okresy i główne szkoły oraz podstawowe problemy. Filozofia epoki średniowiecznej: okresy i główne szkoły i podstawowe problemy. Filozofia epoki nowożytnej i współczesnej: okresy i główne szkoły oraz podstawowe problemy. Główne zagadnienia i podstawowe problemy ontologii. Główne zagadnienia i podstawowe problemy epistemologii. Główne zagadnienia i podstawowe problemy aksjologii. Główne zagadnienia i podstawowe problemy filozofii zarządzania jako filozofii szczegółowej.</i>		AEEITK	
10c.	Podstawy edukacji muzycznej: <i>Podstawowe informacje o muzyce i kulturze. Zapoznanie z historią i tradycją pieśni patriotycznych. Zasady muzyki (dźwięku, notacji muzycznej, elementów dzieła</i>		AEEITK	-

	muzycznego, klasyfikacji instrumentów muzyki). Podstawy prawidłowej emisji głosu z doskonaleniem elementów autoprezentacji. Zajęcia są powiązane z działalnością Chóru Akademickiego WAT i uczestniczący w nich studenci mają możliwość wzięcia udziału w występach zespołu.			
	grupa treści kształcenia podstawowego <u>przedmioty podstawowe</u>			
1.	Matematyka 1: <i>Przedmiot służy do poznania i zrozumienia przez studentów podstawowych pojęć i twierdzeń matematyki, szczególnie podstaw logiki i teorii mnogości oraz 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	AEEITK	K_W02, K_W06 K_U05, K_K03
2.	Matematyka 2: <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 rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych rzeczywistych.</i>	6,0	AEEITK	K_W02, K_W06 K_U05, K_K03
3.	Podstawy grafiki inżynierskiej: <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 rysunkowej. Zapoznanie się z podstawowym oprogramowaniem wspomagającym proces tworzenia dokumentacji rysunkowej.</i>	3,0	AEEITK	K_W08, K_U03 K_K01
4.	Wprowadzenie do metrologii: <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	AEEITK	K_W08, K_U06
5.	Analiza matematyczna: <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: równania różniczkowe zwyczajne, rachunek całkowy funkcji wielu zmiennych rzeczywistych; szeregi potęgowe.</i>	4,0	AEEITK	K_W02, K_W06, K_U05, K_K03
6.	Geometria różniczkowa i analiza wektorowa:	3,0	AEEITK	K_W02, K_W06, K_U05, K_K03

	<i>Przedmiot służy do poznania i zrozumienia przez studentów podstawowych pojęć i twierdzeń matematyki oraz opanowania elementarnych umiejętności rachunkowych z zakresem wiedzy obejmującym: analizę wektorową i geometrii różniczkowej krzywych i powierzchni w trójwymiarowej przestrzeni euklidesowej.</i>			
7.	Analiza zespolona: <i>Przedmiot służy do poznania i zrozumienia przez studentów podstawowych pojęć i twierdzeń wybranych działów matematyki oraz opanowania elementarnych umiejętności rachunkowych z zakresem wiedzy obejmującym: funkcje zmiennej zespolonej; rachunek operatorowy oparty na przekształceniu Laplace'a.</i>	3,0	AEEiTK	K_W02, K_W06, K_U05, K_K03
8.	Równania różniczkowe cząstkowe: <i>Przedmiot służy do poznania i zrozumienia przez studentów podstawowych pojęć i twierdzeń wybranych działów matematyki oraz opanowania elementarnych umiejętności rachunkowych z zakresem wiedzy obejmującym liniowe równania różniczkowe cząstkowe drugiego rzędu z przykładami typowych zagadnień granicznych i metod ich rozwiązywania.</i>	4,0	AEEiTK	K_W02, K_W06, K_U05, K_K03
9.	Fizyka 1: <i>Celem przedmiotu jest nauczyć rozumienia zjawisk fizycznych, zapoznać z podstawowymi pojęciami i prawami fizyki z zakresu mechaniki, teorii drgań, pola elektrostatycznego i magnetycznego. Nauczyć stosowania matematyki do ilościowego opisu zjawisk fizycznych zapoznać z ważniejszymi przyrządami pomiarowymi i podstawowymi metodami pomiarów wielkości fizycznych. Wyrównać różnice programowe i umiejętności studentów uzyskane podczas kursu fizyki w szkołach ponadpodstawowych.</i>	5,0	AEEiTK	K_W06, K_U02, K_U06, K_K01

10	Elektroniczna aparatura pomiarowa: Tematyka przedmiotu obejmuje wybrane zagadnienia z zakresu przyrządów pomiarowych ze szczególnym uwzględnieniem metod pomiaru podstawowych wielkości elektrycznych. Przedstawia budowę i zasady postępowania się klasycznymi przyrządami pomiarowymi, takimi jak woltomierze i amperomierze prądów stałych i zmiennych, oscyloskopy, generatory pomiarowe oraz omawia podstawowe zagadnienia z zakresu przyrządów wirtualnych i automatyzacji pomiarów.	3,0	AEEiTK	K_W06, K_W08 K_U06, K_U10
11	Podstawy przetwarzania sygnałów: Przedmiot ma za zadanie zapoznać studentów z pojęciem i klasyfikacją sygnałów, ich matematycznymi modelami, analizą widmową analogowych sygnałów okresowych i nieokresowych, podstawami analizy korelacyjnej sygnałów, przekształcaniem Hilberta i sygnałem analitycznym, przetwarzaniem sygnałów analogowych w układach liniowych, konwersją analogowo-cyfrową, liniowymi układami dyskretnymi, analizą widmową sygnałów dyskretnych, przekształcaniem Z.	3,0	AEEiTK	K_W09, K_U07 K_U11, K_K01
12.	Fizyka 2: Celem przedmiotu jest nauczyć rozumienia zjawisk fizycznych, zapoznać z podstawowymi pojęciami i prawami fizyki z zakresu ruchu falowego, elektromagnetyzmu, optyki, mechaniki kwantowej, termodynamiki, fizyki ciała stałego i fizyki jądrowej. Nauczyć stosowania matematyki do ilościowego opisu zjawisk fizycznych zapoznać z ważniejszymi przyrządami pomiarowymi i podstawowymi metodami pomiarów wielkości fizycznych.	4,0	AEEiTK	K_W06, K_U02 K_U06, K_K01
13.	Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna: Przedmiot służy do poznania i zrozumienia przez studentów podstawowych pojęć i twierdzeń matematyki, szczególnie rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej, oraz opanowania elementarnych umiejętności rachunkowych z zakresem wiedzy obejmującym: zmienne losowe, parametry zmiennych losowych, podstawowe rozkłady prawdopodobieństwa, podstawowe statystyki i rozkłady ich prawdopodobieństwa, estymację punktową i przedziałową, weryfikację hipotez parametrycznych i nieparametrycznych, analizę korelacji i regresji.	3,0	AEEiTK	K_W02, K_W06 K_U05, K_K03
14.	Elektrotechnika: W ramach przedmiotu prezentowane są treści dotyczące elektrotechniki teoretycznej – jej podstawowe prawa, twierdzenia, zasady i reguły. Omawiane są metody sieciowe i niealgorytmiczne analizy liniowych obwodów prądu stałego oraz prądu sinusoidalnego (stosując rachunek symboliczny). Prezentowane są charakterystyki i parametry częstotliwościowe układów SLS. Przedstawiane jest wykorzystanie rachunku operatorowego do analizy stanów nieustalonych.	3,0	AEEiTK	K_W06, K_W09 K_U06
15	Technologie półprzewodnikowe: Podstawowym celem wykładu jest pogłębienie teorii pasmowej ciał stałych i wykorzystanie tej teorii do celów praktycznych w elektronice i optoelektronice. Zostaną	4,0	AEEiTK	K_W06, K_W09 K_U06

	omówione podstawowe właściwości materiałów półprzewodnikowych: struktury pasmowe, współczynniki absorpcji, ruchliwość nośników, mechanizmy generacyjno-rekombinacyjne, związki półprzewodnikowe III-V stosowane w laserach półprzewodnikowych, roztwory stałe II-VI w detekcji promieniowania podczerwonego. Niskowymiarowe struktury kwantowe (studnie kwantowe, supersieci, kropki kwantowe) w detekcji i generacji promieniowania elektromagnetycznego. Przedstawione zostaną przykłady zastosowań półprzewodników: diody, tranzystory, elementy przełącznikowe i elementy optoelektroniczne.			
16	Metody i techniki programowania komputerów: Celem przedmiotu jest nauczanie studenta programowania z użyciem różnych paradygmatów, w tym technik strukturalnych, obiektowych i programowania funkcyjnego. Wykłady prezentują zagadnienia zarówno ogólne teoretyczne, jak również praktyczne szczegóły w wybranych zagadnieniach. W ramach zajęć laboratoryjnych w wybranych językach i środowiskach programowania realizowane są zadania ilustrujące treści wykładu.	4,0	AEEITK	K_W08, K_W10 K_U06, K_U18 K_K01, K_K06
17	Mechanika techniczna z wytrzymałością materiałów: Wprowadzenie do mechaniki i wytrzymałości materiałów. Płaskie układy obciążeń. Modelowanie płaskie i klasyfikacja układów prętowych. Zagadnienia tarcia. Charakterystyki geometryczne figur płaskich. Siły wewnętrzne w belkach i ramach płaskich. Podstawy wytrzymałości materiałów. Rozciąganie. Zginanie proste belek. Stan naprężenia i odkształcenia. Związki fizyczne dla materiału izotropowego. Hipotezy wyężenia materiału izotropowego. Wyznaczanie przemieszczeń. Zastosowanie MES do analizy naprężeń i przemieszczeń.	5,0	AEEITK	K_W06, K_U07
18	Zaawansowane materiały inżynierskie: W czasie zajęć realizowanych w semestrze III student zostanie zapoznany z podstawami budowy materiałów inżynierskich, strukturalnymi uwarunkowaniami ich właściwości oraz metodami badań struktury i właściwości nowoczesnych materiałów inżynierskich. W semestrze IV przedstawione zostaną zaawansowane tworzywa inżynierskie (w relacji: struktura – właściwości - zastosowanie) ze szczególnym uwzględnieniem m.in.: materiałów o strukturze nano-/ultradrobnokrystalicznej, nowoczesnych tworzyw żaroodpornych i żarowytrzymałych, stopów HEA, materiałów biomimetycznych, materiałów inteligentnych i zaawansowany niemetalowe tworzywa inżynierskich.	5,0	AEEITK	K_W06, K_U07 K_U17
19	Fizyka 3: Celem przedmiotu jest nauczyć rozumienia zjawisk fizycznych, zapoznać z pojęciami i prawami fizyki z zakresu elektrodynamiki, fizyki statystycznej i termodynamiki, szczególnej i ogólnej teorii względności, fizyki kwantowej, spektroskopii. Nauczyć stosowania matematyki do ilościowego opisu zjawisk fizycznych, zapoznać z ważniejszymi przyrządami pomiarowymi i podstawowymi metodami pomiarów wielkości fizycznych.	8,0	AEEITK	K_W06, K_U02 K_U06, K_K01
20	Informatyka kwantowa:	3,0	AEEITK	K_W02, K_W06 K_U05, K_K03

	Podstawy fizyki w informatyce kwantowej. Paradoks EPR. Nierówności Bella. Eksperymenty CHSH i eksperymenty Aspecta dowodzące nie spełnialności nierówności Bella, eksperymenty Zilingera ze splątaniem fotonów. Stany splątane na kuli Blocha. Teleportacja kwantowa. Bramki kwantowe – możliwe realizacje fizyczne. Miary splątania. Splątanie jednocząstkowe i dwucząstkowe. Realizacje algebry bramek w języku Python. Analiza złożoności czasowej algorytmów. Klasyczna i kwantowa maszyna Turinga. Technologie fizycznej implementacji komputerów kwantowych. Pomiar kwantowy. Algorytmy: Deutsch-Jozsy, Bernsteina-Vaziraniego, Simona, Grovera, Shora. Elementy kwantowej kryptografii.			
21	Modulacja i detekcja promieniowania optycznego: Przedmiot będzie dotyczył podstaw teoretycznych niezbędnych do zrozumienia istoty modulacji sygnałów i różnych ich rodzajów, podstaw fizycznych detekcji promieniowania optycznego, a także praktycznych warunkowań związanych z zastosowaniem w systemach optoelektronicznych. Tematyka przedmiotu obejmuje: wprowadzenie do modulacji, definicje, podstawowe rodzaje, charakterystykę promieniowania optycznego, przegląd źródeł i detektorów, omówienie modulacji analogowej, impulsowej, zewnętrznej i bezpośredniej oraz wybranych modulatorów i metod demodulacji, kryteria oceny detektorów, pomiary ich parametrów, zasadę działania detektorów termicznych i fotonowych, a także matryce CCD, CMOS, hybrydowe oraz detektory QWIP i supersieci II rodzaju. Zostaną także omówione przykładowe zastosowania układów modulacji i detekcji w systemach łączności optycznej i czujnikach oraz trendy ich rozwoju.	8,0	AEEiTK	K_W06, K_W15 K_U07, K_U10 K_W06, K_K01
22	Współczesna inżynieria elektroniki analogowej: Przedmiot służy poznaniu podstawowych rozwiązań analogowych układów elektronicznych oraz metod ich komputerowej analizy. W obszarze układów liniowych przedstawia zagadnienia i rozwiązania związane ze wzmacniaczami liniowymi (układy polaryzacji tranzystorów, wzmacniacze pasmowe, prądu stałego, selektywne, tranzystorowe i na wzmacniaczach operacyjnych, małej i dużej mocy) oraz ich analizą w dziedzinie czasu oraz częstotliwości. W obszarze układów nieliniowych przedmiot umożliwia poznanie rozwiązań podstawowych układów wytwarzania i przetwarzania sygnałów (generatory, analogowe układy mnożące) oraz ich właściwości w dziedzinie czasu oraz częstotliwości. W obszarze metod komputerowej analizy przedmiot umożliwia poznanie podstawowych technik obliczeniowych (formuł matematycznych oraz algorytmów komputerowych) przeznaczonych do wszechstronnej analizy i symulacji układów analogowych.	3,0	AEEiTK	K_W03, K_W04 K_W06, K_W09 K_U07, K_U11
23	Wprowadzenie do telekomunikacji: Definicja i podział systemów telekomunikacyjnych, charakterystyka podstawowych procesów telekomunikacyjnych, struktura i rola poszczególnych elementów łańcucha telekomunikacyjnego, podstawowe miary jakości transmisji informacji, charakterystyka torów transmisyjnych przewodowych, światłowodowych i bezprzewodowych.	3,0	AEEiTK	K_W09, K_W15 K_U11, K_U16

	wych, podstawowe modele kanałów telekomunikacyjnych, modele źródeł informacji – entropia źródła, ilości odbieranej informacji jako funkcja parametrów transmisyjnych kanału, przepustowości kanałów ciągłych i dyskretnych.			
24	Technika wielkich częstotliwości: Transmisyjne własności linii przesyłowych, budowa i parametry mikrofalowych linii przesyłowych, macierzowym opisem obwodów mikrofalowych. Metody i układy dopasowania impedancji, mikrofalowe elementy ferrytowe. Mikrofalowe elementy biernie, wzmacniacze mikrofalowe, generatory mikrofalowe i mikrofalowe układy scalone.	2,0	AEEiTK	K_W09, K_W15 K_U06, K_K01
25	Podstawy optyki: Przedmiot zawiera omówienie fundamentalnych treści związanych z klasyczną optyką geometryczną i falową, niezbędne do zrozumienia użytecznych zjawisk optycznych oraz funkcjonowania podstawowych elementów i układów optycznych.	4,0	AEEiTK	K_W06, K_W15 K_U02, K_U06, K_K01
26	Elektronika kwantowa: Podstawy fizyczne elektroniki kwantowej. Opis właściwości kwantowych ośrodków laserowych. Oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z ośrodkami laserowymi. Podstawowe właściwości ośrodków wykorzystywanych we wzmacniaczach optycznych, laserach ciała stałego, nieliniowych elementach optycznych. Podstawy fizyczne generacji laserów, generacji harmonicznych światła i generacji parametrycznej.	5,0	AEEiTK	K_W06, K_W15 K_U02, K_U06, K_K01
27	Technika cyfrowa: W ramach przedmiotu prezentowane są treści dotyczące podstaw techniki cyfrowej. Omawiane są układy cyfrowe na poziomie opisu logicznego. Przedstawiane są sposoby syntezy logicznej układów kombinacyjnych i sekwencyjnych. Omawiane są podstawy układów programowalnych i sposób ich programowania z użyciem języka VHDL. Omawiana jest podstawowa architektura mikroprocesora i sposób jego działania. Omawiana jest budowa i działanie typowego systemu mikroprocesorowego oraz interfejsów cyfrowych. Omawiana jest budowa i działanie typowego mikrokontrolera i metody jego programowania.	5,0	AEEiTK	K_W03, K_W05 K_U08, K_U14 K_K01
28	Sensory i przetworniki: Przedmiot w swej treści zawiera informacje dotyczące właściwości czujników elektronicznych i ich kluczowych parametrów. W swym głównym nurcie omawia zjawiska wykorzystywane do przetwarzania najważniejszych wielkości fizycznych na sygnały elektryczne oraz różnego typu konstrukcje bazujących na nich sensorów. Omawiany będzie przede wszystkim wpływ parametrów fizycznych otoczenia na właściwości elektryczne, dielektryczne, magnetyczne i elektromagnetyczne materiałów oraz sposób wykorzystania tego wpływu do konstrukcji czujników. W drugiej części omawiane będą podstawowe przetworniki analogowo-cyfrowe w zastosowaniu do przetwarzania sygnałów wyjściowych generowanych przez sensory. W ramach projektu studenci będą mieli za zadanie przeprowadzenie badań wybranych typów sensorów.	4,0	AEEiTK	K_W03, K_W05 K_W06, K_W-15 K_U08, K_U14 K_K01

29	Termodynamika: Własności cieplne substancji. Ciepło, praca, energia i energia wewnętrzna. Zasady termodynamiki dla układów zamkniętych i otwartych. Własności płynów. Przemiany gazów doskonałych i rzeczywistych. Przemiany nieodwracalne. Obiegi termodynamiczne maszyn i urządzeń cieplnych. Podstawowe pojęcia i prawa w wymianie ciepła. Ustalone i nieustalone przewodzenie ciepła dla układów o prostej geometrii. Wyznaczanie współczynników przejmowania ciepła i strumieni ciepła przy mieszanej wymianie ciepła. Konwekcja wymuszona i konwekcja swobodna. Podstawowe własności promieniowania cieplnego.	4,0	AEEiTK	K_W06, K_W22 K_U02
30	Metody numeryczne: Przedmiot służy do wykształcenia wiedzy i umiejętności potrzebnych do rozwiązywania układów liniowych równań algebraicznych i liniowych zadań najmniejszych kwadratów oraz zadań interpolacji i aproksymacji wielomianami i funkcjami sklejanymi z oceną dokładności rozwiązań i z wykorzystaniem przekształceń macierzowych.	5,0	AEEiTK	K_W02, K_W08 K_W09, K_U02 K_U12, K_K01
31	Źródła promieniowania elektromagnetycznego: Podstawy fizyczne budowy nowoczesnych źródeł promieniowania w zakresie widmowym od promieniowania gama do zakresu mikrofalowego. Wymagania konstrukcyjne dla źródeł promieniowania z każdego z omawianych zakresów oraz przykładowe aplikacje. Metody analizy i syntezy składowych elementów emisyjnych z obszaru techniki elektronowej, technologii półprzewodnikowych oraz z obszaru techniki terahercowej i techniki mikrofalowej. Kierunki rozwoju energooszczędnych źródeł promieniowania.	5,0	AEEiTK	K_W06, K_W15 K_U13
32	Chemia: Podstawowe pojęcia, definicje i prawa chemiczne, budowa atomu, układ okresowy pierwiastków; pierwiastki i związki chemiczne; wiązania chemiczne; reakcje chemiczne; klasyfikacja, nomenklatura i otrzymywanie związków nieorganicznych; stany skupienia materii; układy fazowe; statyka i kinetyka chemiczna; roztwory i mieszaniny; dysocjacja elektrolityczna; elektrochemia; elementy chemii organicznej.	4,0	AEEiTK	K_W06, K_W07 K_U17
33.	Automatyka i robotyka: Podstawowe pojęcia: sygnał, element, wejście, wyjście, obiekt regulacji, regulator, układ automatycznej regulacji, stan. Klasyfikacje układów automatycznej regulacji. Metody opisu własności dynamicznych liniowych układów ciągłych. System sterowalny. System obserwowalny. Podstawowe człony dynamiczne. Stabilność liniowych układów regulacji automatycznej. Jakość liniowych układów regulacji automatycznej. Korekcja liniowych układów regulacji. Synteza układów liniowych sterowania automatycznego: synteza metodami klasycznymi; dobór parametrów regulatora. Robotyka jako dziedzina nauki. Prawa robotyki. Klasyfikacja robotów i manipulatorów. Podstawowe elementy robotów i manipulatorów. Opis przestrzenny robotów i manipulatorów. Układy współrzędnych i ich przekształcanie. Zadanie	4,0	AEEiTK	K_W22, K_W27 K_U06

	<i>proste i odwrotne. Wyznaczanie prędkości, przyspieszeń, sił oraz momentów manipulatora. Efektory robotów. Klasyfikacja i charakterystyka.</i>			
34.	Analiza funkcjonalna i optymalizacja: <i>Przedmiot służy do poznania i zrozumienia przez studentów podstawowych pojęć i twierdzeń matematyki, szczególnie analizy funkcjonalnej i optymalizacji, oraz opanowania elementarnych umiejętności rachunkowych z zakresem wiedzy obejmującym: całą Lebesgue'a, przestrzenie Banacha, przestrzenie Hilberta, aproksymację w przestrzeniach Hilberta, bezpośrednie metody optymalizacji.</i>	4,0	AEEITK	K_W02, K_W06, K_U05, K_K03
	grupa treści kształcenia kierunkowego <u>przedmioty kierunkowe</u>			
1.	Technologie telekomunikacyjne: <i>Wprowadzenie do telekomunikacji / wymagania wstępne: budowa system telekomunikacyjnego i rola jego poszczególnych elementów, klasyfikacja telekomunikacji, charakterystyka torów transmisyjnych, modele kanałów, przepustowość kanału, podstawy modulacji i detekcji, wprowadzenie do sieci telekomunikacyjnych</i>	5,0	AEEITK	K_W17, K_W18 K_W21, K_U02 K_U10 K_K01
2.	Eksploracja danych: <i>Przedmiot zawiera modele, metody i techniki w eksploracji danych. Wyjaśniona zostaje idea eksploracji danych, która polega na wykorzystaniu szybkości komputera do znajdowania ukrytych dla człowieka prawidłowości w danych zgromadzonych w hurtowniach danych. Wykład z prezentacją multimedialną. Wykład może być prowadzony częściowo w formie aktywnego uczestnictwa. Ćwiczenia laboratoryjne i projekt prowadzone są z naciskiem na wykorzystanie praktycznej wiedzy teoretycznej oraz wybranych narzędzi informatycznych</i>	5,0	AEEITK	K_W02, K_W03, K_U03, K_U06 K_K01
3.	Internet rzeczy i usługi chmurowe: <i>Przedmiot zapoznaje z zasadą działania technologii Internet of Things. Omówione są urządzenia IoT (np. siatka sensorów pomiarowych, urządzenia telekomunikacyjne, serwery danych), sposób konfiguracji urządzeń, metody połączenia oraz wymiany danych pomiędzy urządzeniami. Istotnym celem przedmiotu jest zapoznanie słuchaczy z zasadą działania, konfiguracją chmury obliczeniowej (np. Blynk, Ubidots) w celu akwizycji, przetwarzania oraz wizualizacji danych.</i>	4,0	AEEITK	K_W05, K_W12, K_U06, K_K05, K_K06
4.	Sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe: <i>W przedmiocie pokazane zostaną modele, metody i techniki sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego. Wykłady prowadzone są z wykorzystaniem wsparcia środków audiowizualnych. Laboratoria polegają na wykonaniu aplikacji w wybranym języku sztucznej inteligencji.</i>	5,0	AEEITK	K_W02, K_W03, K_W11, K_U03 K_U06 K_K01
5.	Technologie teledetekcyjne: <i>Celem przedmiotu jest nauczyć rozumienia zjawisk fizycznych umożliwiających prowadzenie pomiarów na odległość, zapoznanie z poszczególnymi metodami w zakresie technik teledetekcyjnych aktywnych, tj. bazujących na wykorzystaniu wiązki laserowej, fali akustycznej, lub wiązki radarowej oraz pasywnych bazujących na</i>	5,0	AEEITK	K_W15, K_W12 K_W18, K_U07 K_U10

	<i>informacji pozyskiwanej w procesie obrazowania hiper-spektralnego. Celem przedmiotu jest również zapoznanie z rozwiązaniami sprzętowymi poszczególnych typów systemów teledetekcyjnych oraz metodami obróbki pozyskiwanych danych pomiarowych.</i>			
6.	Technologie przetwarzania energii: <i>Współczesne źródła energii elektrycznej prądu stałego. Źródła energii elektrycznej prądu przemiennego. Transformatory w układach zasilania i przesyłania energii. Niestabilizowane i stabilizowane zasilacze prądu stałego. Przetwornice DC-DC. Przetwornice DC-AC, falowniki. Układy zasilania awaryjnego. Źródła energii odnawialnej. Elektrownie słoneczne. Elektrownie wiatrowe. Ogniwa paliwowe. Magazynowanie energii elektrycznej. Technologie Energy Harvesting w mW układach zasilania. Bezprzewodowe układy przekazywania energii elektrycznej. Podstawowe założenia idei gospodarki wodnorodowej wraz z jej ograniczeniami. Ogólna charakterystyka nowatorskich technologii magazynowania wodoru z uwzględnieniem materiałów do magazynowania w formie stałej. Technologie magazynowania wodoru w oparciu o adsorpcję. Niskopojemnościowe systemy do magazynowania wodoru w temperaturze pokojowej. Układy do magazynowania wodoru na bazie magnezu. Wodorki kompleksowe jako wysokopojemnościowe materiały w innowacyjnych systemach magazynowania wodoru. Wykorzystanie nanomateriałów w układach do magazynowania wodoru. Metody badania materiałów do magazynowania wodoru.</i>	5,0	AEEITK	K_W06, K_W26 K_U02, K_U13
7.	Technologie systemów bezzałogowych: <i>Poziomy autonomii systemów bezzałogowych. Percepcja otoczenia, świadomość sytuacyjna i akcyjna, a zdolność podejmowania decyzji. Lokalizacja obiektu autonomicznego i przeszkód. Sensory i systemy rozpoznania bliskiego otoczenia, tworzenie map otoczenia. Systemy nawigacji satelitarnej i inercyjnej. Kinematyka i dynamika ruchu platform bezzałogowych. Systemy sterowania oraz systemy wykonawcze i ich ograniczenia. Wpływ opóźnień i dokładności działania systemów na trajektorię ruchu. Nawigowanie w środowisku zdeterminowanym. Wymiana informacji z otoczeniem. Teleoperacja i teleprezencja. Ograniczenia w wymianie informacji. Systemy wspomagania operatora. Ergonomia systemów, interfejsy człowiek-maszyna.</i>	5,0	AEEITK	K_W03, K_W22 K_W26, K_U02 K_U13, K_U17 K_K01
8.	Technologie inteligentnego budownictwa: <i>W ramach przedmiotu zaprezentowane zostaną technologie inteligentnego budownictwa w zakresie rozwiązań materiałowych, projektowych i instalacyjnych odniesione do budynków oraz innych obiektów budowlanych. Zagadnienia inteligentnego budownictwa rozpatrywane będą w zakresie technologii stosowanych w organizacji procesu budowlanego, zarządzania nieruchomościami oraz eksploatacji obiektów budowlanych. Celem przedmiotu będzie również wprowadzenie do zagadnień związanych z technologią BIM.</i>	5,0	AEEITK	K_W06, K_W19, K_U02 K_U10 K_K01
9.	Technologie geoinformacyjne: <i>Celem przedmiotu jest przybliżenie rozwiązań technologicznych służących do pozyskiwania, przetwarzania,</i>	5,0	AEEITK	K_W19, K_W20 K_U11

	analizy, wizualizacji i udostępniania danych przestrzennych. Technologie te umożliwiają przygotowanie oraz zarządzanie usługami i produktami geoinformacyjnych na potrzeby wielu branż i sektorów, użytkowników zasobów geoprzestrzennych oraz społeczności geoinformacyjnych. Treści programowe obejmują przedstawienie funkcjonalności systemów informacji geograficznej (GIS) w różnych architekturach. W zakresie udostępniania i przetwarzania danych w internecie omawiane są także podstawy infrastruktury danych przestrzennych. Oddzielnym blokiem tematycznym jest analiza rozwiązań koncepcyjnych, aplikacyjnych i oprogramowań z zakresu różnych form geowizualizacji, w tym trój- i czterowymiarowych modeli rzeczywistości			
10.	Technologie kosmiczne: Przedmiot zawiera omówienie fundamentalnych treści związanych z projektowaniem obiektów do zastosowań kosmicznych. Omówione zostaną podstawowe zasady konstrukcji takich urządzeń, m.in. projektowanie struktur mechanicznych, konstrukcji optycznych oraz pakietów elektronicznych, z uwzględnieniem problemów środowiska kosmicznego: próżni, radiacji, oraz gradientu temperatury. Tematyka przedmiotu zawiera również zagadnienia związane z omówieniem poszczególnych faz przygotowania i realizacji misji kosmicznej.	5,0	AEEITK	K_W12, K_W16 K_W14, K_W26 K_U13, K_U14
11.	Technologie wytwarzania i przetwarzania materiałów inżynierskich: W ramach przedmiotu zostaną szczegółowo omówione najnowsze technologie wykorzystywane przez strategiczne gałęzie przemysłu zarówno do produkcji masowej, jak i małoseryjnej. Szczególna uwaga zostanie poświęcona technologiom przyrostowym i obróbce ubytkowej CNC, które wpisują się w strategię Przemysłu 4.0 opartego na wirtualnych, elastycznych centrach przemysłowych, zarządzanych poprzez wyspecjalizowane oprogramowanie z elementami uczenia maszynowego.	5,0	AEEITK	K_W06, K_U07 K_U17
12.	Technologie kwantowe: W ramach przedmiotu prezentowane są treści dotyczące podstaw technologii kwantowych – jej podstawowe definicje, prawa, twierdzenia, zasady i reguły. Omawiane są metody realizacji układów kwantowych w zakresie komputera kwantowego, łączności kwantowej i dystrybucji klucza kwantowego oraz kwantowej generacji liczb losowych.	4,0	AEEITK	K_W02, K_W04 K_W06, K_W26 K_U08, K_K01
	grupa treści kształcenia specjalistycznego specjalność: Technologie optoelektroniczne			
1.	Spektroskopia laserowa w ultraczułych czujnikach gazów: W ramach przedmiotu przedstawione zostaną wybrane metody detekcji gazów wykorzystujące laserową spektroskopię absorpcyjną oraz najnowsze osiągnięcia z obszaru technologii laserów i fotodetektorów. Omówione zostaną podstawowe informacje dotyczące oddziaływania promieniowania optycznego z materią, podstawy spektroskopii absorpcyjnej, zasada działania wybranych optoelektronicznych sensorów gazów i ich podstawowe	6,0	AEEITK	K_W04, K_W06 K_U08, K_K01

	<i>parametry, metody poprawy czułości za pomocą prze- strajania i modulacji długości fali promieniowania lasero- wego oraz komórek wieloprześciowych i wnęk optycz- nych, a także przykładowe praktyczne zastosowania.</i>			
2.	Systemy obrazowania w podczerwieni: <i>W ramach przedmiotu omawiane będą zagadnienia związane z projektowaniem i konstrukcją urządzeń ob- razujących pracujących w zakresie podczerwieni, w tym: kamer termowizyjnych, polarymetrów i spektrometrów obrazowych.</i>	7,0	AEEITK	K_W05, K_W08 K_U06, K_K01
3.	Bezpieczeństwo urządzeń laserowych: <i>Wielkości opisujące promieniowanie laserowe oraz urządzenia pomiarowe. Zagrożenia promieniowaniem laserowym. Maksymalna dopuszczalna ekspozycja na promieniowanie laserowe. Pomiar parametrów pro- mieniowania laserowego. Klasyfikacja urządzeń lasero- wych na poszczególne klasy bezpieczeństwa. Propa- gacja wiązki promieniowania i zagrożenia wzroku w tym dla ruchu lotniczego. Inne zagrożenia obok promie- niowania laserowego na które narażony jest użytkownik urządzenia laserowego. Techniczne zabezpieczenia urządzeń laserowych.</i>	4,0	AEEITK	K_W04, K_W21 K_U06, K_K01
4.	Technologie łączności optycznej w wolnej przestrzeni: <i>Tematyka zajęć dotyczy podstaw działania laserowych systemów łączności (Optical Wireless Communica- tions), analizy ich konstrukcji oraz ograniczeń. Zdefinio- wane zostaną czynniki mające wpływ na zasięg i prze- puszczalność tych systemów z uwzględnieniem warunków propagacji promieniowania dla różnych ośrodków oraz dla różnych zjawisk w nich występujących. Wyznaczone zostaną istotne parametry elementów składowych (lase- rów, detektorów, układów optycznych, technik modulacji i kodowania), które dominują właściwości systemów łączności. Przedstawiono aktualny stan technologii lase- rowych systemów łączności podwodnej oraz naziemnej z uwzględnieniem urządzeń typu LiFi.</i>	4,0	AEEITK	K_W04, K_W21 K_U06, K_K01
5.	Metody badawcze w nano- i biotechnologii: <i>Celem kształcenia realizowanego w ramach przedmiotu jest przygotowanie studentów do posługiwania się no- woczesnymi metodami badawczymi oraz technikami po- miarowymi stosowanymi w takich obszarach jak nano- technologie, nanomateriały, materiały biokompatybilne, materiały fotoniczne, czy nowe materiały o zaawanso- wanych właściwościach. Tematyka zajęć obejmuje ob- szerne wprowadzenie teoretyczne dotyczące wybra- nych metod badawczych, omówienie technik wykonywa- nia pomiarów oraz interpretacji ich wyników, jak również zapoznanie z budową i zasadą działania przyrządów po- miarowych. Rozbudowany plan ćwiczeń laboratoryjnych zapewni opanowanie przez studentów podstawowych umiejętności potrzebnych do posługiwania się metodami badawczymi z zakresu spektroskopii, mikroskopii, gra- nulometrii oraz fizykochemii powierzchni. Ponadto, zaję- cia seminaryjne pozwolą na zapoznanie studentów z najnowszymi osiągnięciami oraz kierunkami rozwoju w obszarze nano- i biotechnologii.</i>	6,0	AEEITK	K_W06, K_W07 K_U06, K_K01

6	Nowoczesne technologie terahercowe: W ramach przedmiotu omówione zostaną następujące zagadnienia: Wprowadzenie do promieniowania THz. Półprzewodnikowe, fotoniczne i elektronowe źródła promieniowania THz. Detektory promieniowania THz. Metoda spektroskopii w dziedzinie czasu (TDS). Fotomixing THz. Pomiary spektrometryczne metodą TDS. Obrazowanie i tomografia terahercowa. Kamery i skanery THz. Czujniki, falowody i metamateriały THz. Aplikacje promieniowania THz.	3,0	AEEiTK	K_W06, K_W15 K_U06, K_U09 K_K01
7.	Fotoniczne układy scalone: Celem przedmiotu jest wprowadzanie studentów w zagadnienia współczesnej fotoniki scalonej, zapewnienie wiedzy na temat podstaw fizycznych działania, konstrukcji podstawowych i zaawansowanych bloków funkcjonalnych oraz głównych platform technologicznych. Studenti zostaną gruntownie wprowadzeni w zagadnienia projektowania, wytwarzania, charakteryzacji i implementacji układów fotoniki scalonej. Ambicją autorów przedmiotu jest przede wszystkim przygotowanie studentów do podejmowania ról projektantów i użytkowników układów fotoniki zintegrowanej, ale również przedstawienie trendów rynkowych i perspektyw biznesowych.	5,0	AEEiTK	K_W06, K_W07 K_U04, K_K01
8	Polimery elektroaktywne – technologie i zastosowania: Klasyfikacja, otrzymywanie i właściwości wybranych polimerów przemysłowych. Zastosowania polimerów w inżynierii biomedycznej. Fizykochemiczne metody badawcze polimerów. Wybrane polimery Specjalnego zastosowania. Polimery elektroaktywne, metody syntezy i ich właściwości. Zastosowania materiałów elektroaktywnych jako sztuczne mięśnie, do magazynowania energii, do wyświetlaczy i sensorów. Elektronika molekularna.	5,0	AEEiTK	K_W06, K_W27 K_U04, K_K01
9.	Optoelektronika w technologiach kwantowych: W ramach przedmiotu prezentowane są treści dotyczące roli układów optoelektronicznych w technologiach kwantowych. Omawiane są, w zakresie komputera kwantowego, rola i rodzaje laserów wykorzystywanych w procesie ablacji jonów, chłodzenia dopplerowskiego, chłodzenia pasm bocznych oraz inicjalizacji stanów i adresowania qbitów, a ponadto sposobów detekcji stanów kwantowych, redukcji szumów światłowodowych. W zakresie łączności kwantowej omówione zostaną sposoby generacji fotonów splątanych, omówienie rodzajów i zasady działania pamięci kwantowych oraz wybrane technologie detekcji i generacji pojedynczych fotonów.	8,0	AEEiTK	K_W06, K_W15 K_U05, K_K01
10.	Technologie plazmowe: Tematyka zajęć będzie dotyczyła podstaw fizyki plazmy, jej opisu matematycznego w ujęciu płynowym i kinetycznym a także kryteriów jej występowania. Przedstawione zostaną możliwości i warunki jej wytwarzania w różnego typu urządzeniach plazmowych stosowanych w przemyśle oraz badaniach naukowych. Przedstawione zostaną możliwości zastosowań plazmy niskotemperaturowej do analizy chemicznej oraz procesów technologicznych związanych z mikro i nanoobróbką oraz modyfikacją powierzchni materiałów. Przedstawione zostaną możliwości	6,0	AEEiTK	K_W02, K_W06 K_U03, K_K01

	wykorzystania plazmy wysokotemperaturowej w urządzeniach do wytwarzania promieniowania rentgenowskiego i skrajnego nadfioletu w aspekcie zastosowań do mikrolitografii i zaawansowanych metod pomiarowych. Omówione zostaną zagadnienia dotyczące syntezy termojądrowej oraz współczesne osiągnięcia na drodze do jej wykorzystania w energetyce.			
11.	Metrologia promieniowania laserowego: Zapoznanie z budową i zasadą działania urządzeń do pomiaru widma promieniowania, mierników mocy i energii, urządzeń do pomiaru czasu trwania impulsu i częstotliwości powtarzania impulsów, urządzeń do pomiaru kąta rozbieżności wiązki promieniowania oraz średnicy wiązki, oraz z odpowiednimi sposobami i metodami pomiarowymi. Obok przedstawionej teorii dotyczącej tego zagadnienia student zaznajomi się z aparaturą oraz wykonywaniem podstawowych pomiarów promieniowania laserowego.	6,0	AEEiTK	K_W05, K_W08 K_U02, K_U06 K_K04
	grupa treści kształcenia specjalistycznego specjalność: Systemy elektroniczne i telekomunikacyjne			
1.	Cyfrowe przetwarzanie sygnałów w telekomunikacji: W ramach wiadomości wstępnych omawiane jest próbkowanie sygnałów rzeczywistych i zespolonych, z uwzględnieniem nadpróbkowania i podpróbkowania. Następnie, w oparciu o transformatę Z omawiane jest kształtowanie charakterystyki układów IIR i FIR i projektowanie filtrów cyfrowych stosowanych w telekomunikacji, w tym w cyfrowych układach odbiorczych i nadawczych. Przedstawiane są właściwości transformaty Fouriera i jej wykorzystanie do analizy sygnałów rzeczywistych i zespolonych, wraz z analizą korelacyjną. Prezentowane są również podstawowe układy adaptacyjne i ich zastosowania.	3,0	AEEiTK	K_W03, K_W04, K_W07, K_U07 K_U10, K_U09
2.	Sieci teleinformatyczne: Omówione zostaną techniki dostępne stosowane w sieciach teleinformatycznych. Wyjaśniony będzie sposób wykorzystania protokołu IPv4 oraz IPv6 w sieciach teleinformatycznych o różnych strukturach logicznych i fizycznych. Omówione będą mechanizmy odkrywania otoczenia i współpraca z technikami dostępowymi. Przybliżony zostanie stos protokołów TCP/IPv4/IPv6 wykorzystywany w sieciach teleinformatycznych. Omówiona będzie architektura adresacji IPv4 i IPv6 a także sposób zarządzania adresacją IP. Wyjaśnione zostaną techniki routingu IP, a także elementy bezpieczeństwa sieci teleinformatycznych. Praktycznie nabyta zostanie umiejętność konfiguracji urządzeń sieciowych oraz testowania i analizy funkcjonowania sieci teleinformatycznej bazującej na technice IP.	2,0	AEEiTK	K_W18, K_W21, K_U07, K_U17
3.	Anteny inteligentne: Wprowadzenie do techniki anten inteligentnych. Podstawowe właściwości anten inteligentnych. Budowa szkieletów antenowych. Stosowane rozwiązania do kształtowania charakterystyk anten inteligentnych. Przegląd algorytmów stosowanych w antenach inteligentnych. Zasada	2,0	AEEiTK	K_W07, K_W11 K_U06, K_U11

	<i>pracy szyków adaptacyjnych, właściwości ich elementów składowych oraz konfiguracje w jakich są stosowane w praktyce. Modele symulacyjne procesu adaptacji.</i>			
4.	Modulation and detection: <i>Advanced modulations applied in the communication systems – analytical description, time, vector and spectra representations, diagrams of modulators and demodulators. Optimum and suboptimum detection. Output signal to noise ratio. Error probabilities. Synchronisation in communication systems.</i>	3,0	AEEITK	K_W15, K_U12
5.	Mikroprocesory i mikrokontrolery: <i>Budowa systemu mikroprocesorowego. Podzespoły i organizacja. Typowa architektura. Lista rozkazów. Rodzaje i obsługa pamięci danych i programu. Mapa pamięci. Systemy przerwań. Układy peryferyjne. Budowa mikrokontrolera. Architektury współczesnych mikroprocesorów i mikrokontrolerów. Techniki zarządzania energią. Zintegrowane środowiska programistyczne. Programatory i debuggery.</i>	3,0	AEEITK	K_W03, K_W05 K_U08, K_U14 K_K01
6.	Cyfrowe przetwarzanie sygnałów w technice radarowej: <i>Próbkowanie sygnału idealne i rzeczywiste, próbkowanie sygnału o widmie przesuniętym, wybrane problemy analizy sygnałów dyskretnych w dziedzinie czasu i częstotliwości, funkcje ważące, rozdzielczość częstotliwościowa cyfrowych algorytmów analizy widmowej, transformata Z, podstawy filtracji cyfrowej, algorytmy „szybkiego splotu”, wybrane specjalizowane implementacje filtrów cyfrowych – filtr półpasmowy i kaskadowy integracyjny filtr grzebieniowy, decymacja i interpolacja sygnału, bezpośrednia cyfrowa metoda generacji sygnałów (DDS), cyfrowa konwersja widma.</i>	3,0	AEEITK	K_W15, K_U12
7.	Metody optymalizacji: <i>Podstawowe pojęcia optymalizacji. Sformułowanie zadania optymalizacji. Optymalizacja bez ograniczeń i z ograniczeniami. Zadania jednokryterialne i wielokryterialne. Przykłady sformułowania zadań optymalizacji. Zadanie programowania liniowego. Metoda Simpleks. Gradientowe metody optymalizacji bez ograniczeń. Bezgradientowe metody minimalizacji bez ograniczeń. Metody minimalizacji z ograniczeniami. Metody optymalizacji wielokryterialnej.</i>	2,0	AEEITK	K_W02, K_W10 K_U05, K_K01K
8.	Podstawy akustoelektroniki: <i>Przedmiot obejmuje zagadnienia dotyczące własności i technicznych zastosowań fal dźwiękowych w całym zakresie wykorzystywanego widma i w różnych ośrodkach propagacyjnych.</i>	2,0	AEEITK	K_W06, K_W15 K_U10
9.	Elementy teorii radiolokacji: <i>Radar w systemie teledetekcyjnym, zasada działania radaru, klasyfikacje radarów, związek metody przeszukiwania przestrzeni z radarowym systemem antenowym, radarowy pomiar odległości do obiektu, rozróżnialność w odległości, zasięg instrumentalny, radarowy pomiar współrzędnych kątowych obserwowanego obiektu, radarowa powierzchnia skuteczna (sygnatura) obiektu, rozróżnialność obiektów we współrzędnych kątowych, modele sygnałów użytecznych (pojedynczy impuls,</i>	2,0	AEEITK	K_W15, K_U02

	<i>paczka impulsów), modele zakłóceń, równanie radiolokacji, zasięg radarowy w swobodnej przestrzeni, zasięg radarowy z uwzględnieniem krzywizny ziemi, z uwzględnieniem refrakcji troposferycznej, z uwzględnieniem tłumienia fal elektromagnetycznych, z uwzględnieniem wielodrogowości propagacji fal elektromagnetycznych, charakterystyka zasięgowa radaru, wykrywanie sygnałów użytecznych na tle szumu własnego odbiornika, wykrywanie sygnałów użytecznych na tle sumy szumu własnego odbiornika oraz zakłóceń biernych, układy TES, szybkości radialne ślepa oraz optymalna, bank filtrów dopplerowskich, mapa zakłóceń, układy CFAR.</i>			
10.	Inżynieria obrazu i dźwięku: Podstawowe pojęcia z optyki świetlnej i fizjologii wrażeń wzrokowych. Zobrazowanie barwne. Dźwięk analogowy i cyfrowy. Podstawowe pojęcia z fizjologii wrażeń słuchowych. Analogowe i cyfrowe sygnały wizyjne. Metody akwizycji obrazów statycznych i ruchomych. Urządzenia zobrazowania informacji. Urządzenia zobrazowania wielkoformatowego. Podstawowe operacje przetwarzania obrazów. Wprowadzenie do zaawansowanych operacji przetwarzania obrazów. Wprowadzenie do kompresji obrazów. Metody kompresji wewnątrzklatkowej – kompresja obrazów statycznych. Międzyobrazowa kompresja sekwencji wizyjnych. Metody kompresji dźwięku.	3,0	AEEiTK	K_W05, K_W08, K_U02
11.	Cyfrowe przetwarzanie sygnałów w inżynierii systemów bezpieczeństwa: Podstawy cyfrowego przetwarzania sygnałów jako podbudowa dla przetwarzania sygnałów biometrycznych. Transformacja dyskretna Fouriera, praktyczne aspekty transformacji Fouriera, filtracja analogowa i cyfrowa, filtry analogowe i cyfrowe, metody projektowania filtrów cyfrowych, statystyczne przetwarzania sygnałów stochastycznych.	3,0	AEEiTK	K_W05, K_W08, K_U02
12.	Przetworniki wielkości fizycznych: Opis podstawowych właściwości statycznych i dynamicznych czujników. Czujniki rezystancyjne. Czujniki impedancyjne. Czujniki elektromagnetyczne. Czujniki generacyjne. Czujniki złączowe. Czujniki światłowodowe.	2,0	AEEiTK	K_W03, K_W05 K_W06, K_W-15 K_U08, K_U14 K_K01
13.	Kontrola dostępu i biometria: Przedmiot uczy zasad konstrukcji i projektowania systemów kontroli dostępu oraz systemów rejestracji czasu pracy. Zapoznaje z podstawowymi metodami wykorzystania cech biometrycznych w systemach kontroli dostępu oraz instalacjami i urządzeniami systemów biometrycznych.	2,0	AEEiTK	K_W06, K_W07 K_U02, K_U08
14.	Elektrotechnika praktyczna: Przedmiot służy poznaniu zagadnień dotyczących obwodów z indukcyjnością wzajemną oraz zasady działania i budowy transformatora. W ramach przedmiotu omawiane są układy trójfazowe, przedstawiana jest również analiza obwodów elektrycznych przy przebiegach odkształconych.	2,0	AEEiTK	K_W06, K_W09 K_U06
15.	Radio programowalne i kognitywne: Budowa i zasada funkcjonowania radia programowalnego, rozwiązania strukturalne SDR. Struktury sygna-	2,0	AEEiTK	K_W07, K_W15 K_U06

	<i>łowe (waveform). Architektury urządzeń SDR, bloki układowe, bloki programowe (SCA, API). Przykłady rozwiązań układowych. Dynamiczny dostęp do widma. Radio kognitywne.</i>			
16.	Techniki telefonii komórkowej: Klasyfikacja i charakterystyka systemów RRL. Specyfika zakłóceń, rodzaj i praktyczne efekty zniekształceń sygnału. Założenia budowy sieci komórkowych. Metody dostępu. Zakres i jakość realizowanych usług. Architektura systemu GSM i UMTS i LTE. Funkcje elementów składowych. Budowa terminala i stacji bazowej. Struktura kanałów i zarządzanie zasobami. Konstrukcje anten. Zasada działania systemu, realizacja połączenia. Struktura pakietów. Zabezpieczenia transmisji. Numeracja. Działanie odbiornika RAKE. Technika wieloantenna MIMO. Zarządzanie mobilnością korespondenta. Metody określania położenia terminali. Usługi lokalizacyjne.	3,0	AEEITK	K_W07, K_W15 K_U06
17.	Radio equipment programming: SDR device architecture. Introduction to GNU Radio. Overview of SDR hardware platforms and software. Familiarization with GNU Radio and UHD environments. Implementation and testing of integration of radio transmitter/receiver components on the USRP platform. Generation and reception of signals modulated on the USRP platform.	2,0	AEEITK	K_W07, K_W15 K_U06
18.	Techniki sieciowe w systemach komunikacji bezprzewodowej Techniki samoorganizacji sieci i budowania świadomości sytuacyjnej dla bezprzewodowych sieci organizowanych doraźnie (ad-hoc). Routing w bezprzewodowych sieciach typu MANET, wieloskowych sieciach WPAN, sieciach sensorowych. Stos protokołów dla sieci bezprzewodowych o ograniczonych zasobach (np. BLE, BLE Mesh, 6BLEMesh, 6LoWPAN, Thread). Stos protokołów dla radiowych sieci kognitywnych. Wykorzystanie inżynierii międzywarstwowej do optymalizacji efektywności transferu ruchu w sieciach bezprzewodowych. Algorytmy sterowania ruchem w systemach komunikacji bezprzewodowej. Elementy projektowania stosu protokołów dla sieci bezprzewodowych.	3,0	AEEITK	K_W07, K_W15 K_U06
19.	Rozpoznawanie intencjonalnych i nieintencjonalnych emisji elektromagnetycznych: Analiza budowy systemu odbiorczego i struktury oprogramowania, które w sposób automatyczny rozpoznaje, demoduluje oraz dekoduje sygnały intencjonalnie nadawane przez radiowe systemy transmisyjne. Omówione zostaną algorytmy procedur rozpoznawania ciągów binarnych na wyjściu kanału ziarnistego odpowiadające wybranym radiowym protokołom transmisyjnym. Budowa systemu odbiorczego oraz metodyk rozpoznania i analizy nieintencjonalnych emisji elektromagnetycznych (emisji ujawniających) generowanych przez wybrane komponenty urządzeń przetwarzających informacje.	3,0	AEEITK	K_W07, K_W15 K_U06
20.	LTE fundamentals: As part of the course, the evolution of 3G to 4G networks and the introduction to LTE networks will be discussed. Students will be familiarized with the architecture of 4G	2,0	AEEITK	K_W07, K_W15 K_U06

	networks, Evolved Packet Core (EPC), construction and operation of LTE base station, IP Multimedia Subsystem (IMS), Voice over IP (VoIP) and Voice over LTE (VoLTE), assessment of Quality of Service (QoS) in LTE. As part of the laboratory exercises, students will work on an LTE base station operating in the campus network, analyze its logs, modify its settings, and user handovers between base stations, evaluate QoS in LTE based on specialized test-bed. The laboratories will be supplemented with exercises carried out with the use of dedicated software in the MATLAB environment used to simulate the physical (PHY) and medium access control (MAC) layers. As part of the seminar, the selected topics in the LTE networks and systems will be discussed.			
21.	Przetwarzanie danych w systemach mikroelektronicznych: Charakterystyka autonomicznych systemów mikroelektronicznych. Uwarunkowania cyfrowego przetwarzania sygnałów, w tym w czasie rzeczywistym, w systemach mikroelektronicznych. Sposoby akwizycji danych. Programowe bufor FIFO. Biblioteka CMSIS DSP. Implementacja wybranych algorytmów DSP w języku C. Generowanie kodu z oprogramowania Matlab i jego implementacja w systemie z mikrokontrolerem. Projekt i analiza działania wybranego algorytmu DSP. Transmisja danych w czasie rzeczywistym.	2,0	AEEiTK	K_W08, K_W09 K_W22, K_U12
22.	Zintegrowane systemy nawigacyjne: Definicja zintegrowanego systemu pozycjonującego i nawigacyjnego. Cel i metody integracji systemów. Modelowanie zintegrowanych systemów nawigacyjnych. Wybrane algorytmy filtracji w systemach zintegrowanych metodą filtracji i kompensacji. Praktyczne aspekty projektowania zintegrowanych systemów nawigacyjnych. Przykłady systemów zintegrowanych.	2,0	AEEiTK	K_W12, K_W18 K_U12
23.	Algorytmy przetwarzania sygnałów radarowych: Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów ze strukturą algorytmów przetwarzania sygnałów w torach odbiorczych radarów. Studenci poznają zasady działania i metody implementacji poszczególnych bloków funkcyjnych radaru.	3,0	AEEiTK	K_W15, K_W16, K_U13
24.	Zaawansowane systemy radarowe: Przedmiot ma na celu zapoznanie studentów z zasadami działania radarowych systemów multistatycznych, w szczególności bistatycznych systemów kooperujących, systemów PCL oraz systemów typu wiele wejść - wiele wyjść (MIMO) a także z zasadami działania lotniczych i kosmicznych radarowych systemów obrazujących.	3,0	AEEiTK	K_W15, K_W16, K_U13
25.	Radary ultraszerokopasmowe: Własności i zastosowania radarów ultraszeroko-pasmowych (UWB). Właściwości propagacyjne ośrodków złożonych. Rodzaje i podstawowe własności sygnałów UWB, metody ich generowania, nadawania i odbioru. Budowa systemów UWB. Anteny UWB. Przetwarzanie i zobrazowanie danych w systemach UWB. Organizacja pomiarów z zastosowaniem systemów UWB.	2,0	AEEiTK	K_W15, K_W16, K_U13

26.	Monitoring wizyjny: Przedmiot służy poznaniu zagadnień związanych z właściwościami systemów monitoringu wizyjnego. W szczególności przedmiot porusza zagadnienia fizyczne i techniczne charakterystyczne dla systemów akwizycji i przetwarzania obrazu zarówno w świetle widzialnym jak w zakresie podczerwieni, w szczególności bliskiej podczerwieni. Przygotowuje do projektowania złożonych systemów monitoringu wizyjnego cyfrowych i sieciowych(IP), dopasowanych do konkretnych zastosowań. Przedmiot służy poznaniu algorytmów analizy obrazu wykorzystywanych w systemach monitoringu wizyjnego.	2,0	AEEITK	K_W05, K_W15, K_U14
27.	Sieci neuronowe: Sieci neuronowe typu perceptron wielowarstwowy (MLP), sieci o radialnej funkcji bazowej (RBF), sieci wektorów nośnych (SVM), sieci rekurencyjne, sieci Kohonena, PCA i ICA, sieci rozmyte, struktury i metody uczenia, przykłady zastosowań w systemach pomiarowych.	3,0	AEEITK	K_W09, K_W11 K_U12
28.	Przetwarzanie sygnałów biometrycznych: W ramach przedmiotu omawiane są metody cyfrowego przetwarzania danych biometrycznych ze szczególnym uwzględnieniem sygnału mowy oraz obrazu twarzy. Tematyka zajęć skupia się na zaprezentowaniu algorytmów przetwarzania w celu konstrukcji systemu biometrycznego do rozpoznawania tożsamości. Sygnał mowy i obraz twarzy jako identyfikatory biometryczne. Akwizycja i parametryzacja sygnału mowy – analiza częstotliwościowa, analiza cepstralna, banki filtrów. Powstawanie obrazu cyfrowego i podstawowe metody jego przetwarzania. Algorytm Violi-Jonesa. Algorytm twarzy własnych. Deskryptory punktów charakterystycznych obrazu.	3,0	AEEITK	K_W06, K_W07 K_U02, K_U08
29.	Bezprzewodowe sieci nowych generacji: Migracja sieci bezprzewodowych poza 5G. Sieci nowych generacji NG (5G, 6G, 7G). Tendencje rozwojowe technik bezprzewodowych, wymagania i kluczowe technologie. Architektury sieci NG (sieci komórkowe i bezkomórkowe). Rozwój technik dostępowych w sieciach NG. Usługi i aplikacje. Zarządzanie w sieciach NG. Sztuczna inteligencja AI i uczenie maszynowe ML w sieciach bezprzewodowych. Technologie towarzyszące: Green Communication, Cognitive Radio. Bezpieczeństwo w sieciach NG.	2,0	AEEITK	K_W15, K_W26, K_U08
30.	Inżynieria sieci teleinformatycznych: Analiza i projektowanie protokołów sieci teleinformatycznych. Algorytmy i protokoły trasowania w sieciach teleinformatycznych. Elementy sterowania ruchem w sieciach teleinformatycznych. Symulacja komputerowa w analizie sieci teleinformatycznych. Podstawy oprogramowania stosu protokołów. Podstawy programowania sieciowego. Elementy zarządzania i administrowania sieciami teleinformatycznymi. Elementy projektowania sieci teleinformatycznych i usług sieciowych.	5,0	AEEITK	K_W08, K_W21 K_U03
31.	LTE network applications: The Long Term Evolution (LTE) as a fourth-generation (4G) system is the core of the cellular telephony currently used in most countries. On the other hand, with its LTE-	4,0	AEEITK	K_W07, K_W15 K_U06

	Advance (LTE-A) and LTE-A Pro extensions, it is an introduction to the fifth-generation (5G) systems. As part of the course, the architecture of LTE networks, changes introduced by LTE-A and LTE-A Pro, used radio technologies (e.g., OFDM, SC-FDMA, MIMO, E-UTRAN), signal structure, and radio resources used in the LTE system will be presented. As part of the laboratory exercises, the basic issues in the field of physical (PHY) and medium access control (MAC) layers will be presented, based on software in Matlab. As part of the seminar, the selected topics in the LTE networks and systems will be discussed.			
32.	Technika optyczna w telekomunikacji: W ramach przedmiotu przedstawione zostaną zagadnienia dotyczące projektowania, budowy i zarządzania optycznymi sieciami transportowymi stosowanymi do realizacji szerokopasmowych usług teleinformatycznych.	2,0	AEEITK	K_W15, K_U10
33.	5G network applications: Fifth-generation (5G) systems are currently implemented by mobile operators. The evolution to 5G is sometimes called a revolution, because the standard developed by 3GPP covers not only cellular telephony, but also satellite, Wi-Fi networks, wired and optical connectivity, etc. As part of the course, 5G cellular network architecture, new radio technologies (i.a., massive-MIMO, millimeter wave, device-to-device (D2D), machine-to-machine (M2M), vehicular-to-everything (V2X) communications, radio-access, network slicing, etc.), and radio resources used in the 5G system will be presented. As part of the laboratory exercises, based on software in Matlab, the basic issues in the field of physical (PHY) and medium access control (MAC) layers, and machine-to-machine communication topics will be presented. As part of the seminar, the selected topics, the newest, innovative trends, and applications in the 5G and beyond technologies will be discussed.	3,0	AEEITK	K_W07, K_W15 K_U06
34.	Techniki multimedialne w zastosowaniach sieciowych: W ramach przedmiotu omawiane są zagadnienia związane ze sposobami transmisji multimedialnej w sieciach telekomunikacyjnych, metody strumieniowania adaptacyjnego, wymagania jakościowe dotyczące transmisji multimedialnej oraz techniki Voice over IP.	2,0	AEEITK	K_W07, K_W10, K_W15 ,K_U06
35.	Techniki wirtualizacji w sieciach i systemach telekomunikacyjnych: Celem przedmiotu jest nauczanie korzystania z wirtualizacji, tworzenia platform wirtualnych oraz ich administrowania. Posługiwanie się narzędziami wspierającymi wirtualizację, poznania technik wirtualizacji i infrastruktury sprzętowej pozwalającej na efektywne korzystanie z wirtualizacji. Poznanie mechanizmów przetwarzania w chmurze oraz wirtualizacji funkcji sieciowych.	2,0	AEEITK	K_W07, K_W09 K_W10, K_W15 K_U06
36.	Heterogeniczne układy reprogramowalne: Architektury układów FPGA. Języki opisu sprzętu. Zintegrowane systemy cyfrowe. Techniki projektowania i programowania układów FPGA. Sprzętowe wspomaganie	3,0	AEEITK	K_W04, K_W08 K_U15

	<i>obliczeń. Dynamiczna rekonfiguracja. Zastosowanie heterogenicznych układów reprogramowalnych w sztucznej inteligencji.</i>			
37.	Systemy wbudowane: Wiadomości ogólne na temat systemów wbudowanych. Układy i system nadzoru zasilania oraz dystrybucji zegarów. Układy peryferyjne zintegrowane i zewnętrzne. Wyświetlacze. Moduły GPS, GSM. Komunikacja przy pomocy komend AT. Karty pamięci, sterowniki silników. Metody i narzędzia projektowania systemów wbudowanych. Proces projektowania, uruchamiania i testowania. Przykład projektu systemu wbudowanego.	2,0	AEEiTK	K_W07, K_W08 K_W09, K_W22 K_U12
38.	Programowanie aplikacji użytkownika: Wprowadzenie w problematykę tworzenia aplikacji użytkownika współpracujących z systemami cyfrowymi. Języki programowania i narzędzia komputerowe do projektowania aplikacji użytkownika. Zastosowanie języków C#, Java oraz Matlab. Charakterystyka, dostępne biblioteki i funkcjonalności. Obsługa interfejsów szeregowych do komunikacji z systemem cyfrowym (USB, UART, Ethernet). Implementacja protokołów komunikacyjnych i wymiana danych pomiędzy aplikacją a urządzeniem. Techniki zobrazowania danych. Zastosowanie oprogramowania Matlab do tworzenia aplikacji autonomicznych.	2,0	AEEiTK	K_W08, K_W10 K_U06, K_U18 K_K01, K_K06
39.	Metamateriały w elektronice mikrofalowej: Przedmiot ma na celu zapoznanie studentów z strukturami metamateriałowymi i ich wpływu na propagację fali elektromagnetycznej w zakresach mikrofalowych. Przedmiot obejmuje swoim zakresem: przedstawienie idei struktur metamateriałowych, sposobu ich modelowania z wykorzystaniem pojęcia ujemnej przenikalności elektrycznej i magnetycznej oraz pasma zabronionego EBG; omówienie różnych rodzajów metamateriałów tj. struktury typu NRI, FSS oraz AMC; wskazanie obszarów zastosowania poszczególnych rodzajów metamateriałów w technice mikrofalowej i antenowej.	3,0	AEEiTK	K_W06, K_W07 K_U07
40.	Zastosowanie metod sztucznej inteligencji w przetwarzaniu informacji radiolokacyjnej: Metody maszynowego uczenia. Sztuczne sieci neuronowe. Głębokie sieci neuronowe. „Deep learning” w przetwarzaniu sygnału i w przetwarzaniu danych. Środowisko Tensorflow oraz języki Python i C++ w zastosowaniu do generacji i filtracji danych i sygnałów oraz w klasyfikacji obiektów. Analiza i przetwarzanie sygnałów w różnych dziedzinach przy wykorzystaniu technik DL.	2,0	AEEiTK	K_W11, K_W15, K_U14, K_K01
41.	Komputerowe wspomaganie procesów pomiarowych: Tworzenie diagramu blokowego i panelu użytkownika w środowisku LabVIEW. Pętle While i For. Struktury warunkowe Case i Event. Wizualizacja danych w postaci kontrolek i wykresów. Obsługa kart pomiarowych DAQ, obsługa wejść i wyjść analogowych oraz cyfrowych, obsługa licznika cyfrowego. Techniki zapisu i odczytu danych z pliku tekstowego, binarnego i TDMS. Tworzenie własnych podprogramów (SubVI), edycja ikon i tworzenie panelu połączeń. Wykorzystanie maszyny stanów oraz rejestrów przesuwanych. Rozwiązywanie błędów programowania.	5,0	AEEiTK	K_W08, K_U13

42.	Inteligentne instalacje elektryczne: Różnice między instalacją tradycyjną a inteligentną. Idea inteligentnego budynku. Instalacje elektryczne w inteligentnych budynkach. Tendencje rozwojowe inteligentnych instalacji elektrycznych. Omówienie idei oraz sposobu programowania wybranych systemów automatyki budynkowej.	2,0	AEEiTK	K_W04, K_W11 K_U12
43.	Sterowniki PLC: Zapoznanie studentów ze sterownikami PLC. Nauka podłączenia i konfiguracji sterowników PLC w systemach automatyki przemysłowej. Nauka programowania sterowników PLC.	2,0	AEEiTK	K_W04, K_W08 K_U08
44.	Zintegrowane systemy bezpieczeństwa: Przedmiot służy poznaniu zasad, norm i przepisów dotyczących zintegrowanych systemów ochrony. Omawiane są metody integracji elektronicznych systemów bezpieczeństwa. Szczególną uwagę zwraca się na aspekty związane z projektowaniem zintegrowanych systemów ochrony dla obiektów użyteczności publicznej.	3,0	AEEiTK	K_W10, K_W11 K_U11
45.	Techniki Deep Learning: Przedmiot służy wykształceniu wiedzy oraz umiejętności praktycznych z zakresu głębokich sieci neuronowych. Przedstawiany materiał obejmuje wykorzystywane współcześnie techniki, algorytmy, narzędzia w strukturach sieci typu autoenkoder, sieć konwolucyjna, sieci typu regionalnego i inne. Przedmiot zapoznaje i uczy zasad wykorzystania komputerowych programów z zakresu głębokiego uczenia do rozwiązywania zagadnień klasyfikacji obrazów, detekcji obiektów, regresji, segmentacji sceny.	2,0	AEEiTK	K_W11, K_U11
grupa treści kształcenia specjalistycznego specjalność: Technologie fotoniczne				
1.	Fizyczne właściwości kryształów: Podstawowym celem wykładu jest przekazanie studentom wiedzy o właściwościach fizycznych kryształów związanych z anizotropią tych materiałów. Zostaną omówione podstawowe właściwości tensorów (głównie drugiego rzędu) opisujących powiązania pomiędzy takimi wektorowymi wielkościami fizycznymi jak natężenie pola elektrycznego, indukcja elektryczna, polaryzacja elektryczna czy też gęstość prądu. Analogicznie zostaną omówione podstawowe zależności mechaniczne (naprężenie i odkształcenie), właściwości magnetyczne (zależności pomiędzy natężeniem pola magnetycznego i indukcją magnetyczną, kierunki łatwego magnesowania) i optyczne (dwójłomność optyczna w kryształach jednoosiowych i dwuosiowych, indykatory optyczna, aktywność optyczna, nieliniowość optyczna). Omówione zostaną podstawowe aplikacje materiałów piezoelektrycznych, ferroelektrycznych, ferromagnetycznych, dwójłomnych oraz wykazujących nieliniowość optyczną drugiego rzędu.	8,0	AEEiTK	K_W06, K_U02, K_K01, K_K05
2.	Elementy fizyki ciała stałego:	5,0	AEEiTK	K_W06, K_U02, K_K01, K_K05

	Opis własności ciał stałych o strukturze krystalicznej, określonych prawami mechaniki kwantowej. Teoretyczny opis struktury elektronowej. Teoria pasmowa ciał stałych. Właściwości materiałów półprzewodnikowych. Zjawiska transportu w półprzewodnikach. Złącze p-n. Drgania sieci krystalicznej. Zjawiska termoelektryczne w półprzewodnikach.			
3.	Inżynieria fotoniczna: Układ wizyjny człowieka. Opis propagacji światła z wykorzystaniem równań Maxwella; wiązka światła w wolnej przestrzeni i w materiale. Opis interferencji i dyfrakcji światła w materiałach i ich zastosowania. Granice poznania świata za pomocą fali świetlnej. Światło spolaryzowane i jego zastosowania. Wprowadzenie do holografii. Podstawy optyki fotonów i podstawy zastosowań.	6,0	AEEITK	K_W04, K_W06, K_W15, K_W21, K_U02, K_K01, K_K05
4.	Metody optycznego przetwarzania informacji: Przedmiot omawia zagadnienia związane z ogólną podbudowaną teoretycznie i praktycznie w zakresie metod optycznego przetwarzania informacji. Wprowadza pojęcie transformacji Fouriera. Omawia właściwości fal elektromagnetycznych z zakresu widzialnego, zjawisko dyfrakcji, dyfrakcji Fresnela i Fraunhofera, zjawisko interferencji, polaryzacji, koherencję czasową i przestrzenną. Charakteryzuje właściwości linowe i nieliniowe materiałów (w tym ciekłych kryształów). Opisuje efekty Kerra, Pockelsa, Cottona-Mutona, Faradaya. Omawia realizację zastosowania wybranych materiałów foto refrakcyjnych do korelatorów optycznych.	4,0	AEEITK	K_W06, K_U02, K_K01, K_K05
5.	Wybrane optyczne metody pomiarowe: Przedmiot przedstawia metody używane do wyznaczania parametrów optycznych materiałów przy zastosowaniu metodologii pomiarowej dla optyki geometrycznej i falowej. Opisuje pojęcia dotyczące natury i sposobów propagacji światła przez układy optyczne. Przedstawia wiadomości o elementach i przyrządach optycznych. Zapoznaje z budową i zasadą działania refraktometru, spektrometru-goniometru oraz mikroskopu polaryzacyjno-interferencyjnego. Wprowadza metody pomiarowe stosowane w mikroskopii.	3,0	AEEITK	K_W06, K_W15, K_W21, K_U02, K_K01, K_K05
6.	Technologia materiałów krystalicznych i amorficznych: Przedmiot obejmuje podstawową wiedzę w zakresie teorii wzrostu kryształów, wykresów fazowych a przede wszystkim technologii monokryształów (objętościowych i cienkich warstw), materiałów polikrystalicznych, nanocząstek, materiałów amorficznych oraz ich kompozytów.	6,0	AEEITK	K_W06, K_U02, K_K01, K_K05
7.	Ciekłe kryształy: Podstawowym celem wykładu jest zapoznanie z właściwościami i zastosowaniami ciekłych kryształów. Zostaną omówione rodzaje fazy ciekłokrystalicznej, pojęcie direktora, modele teoretyczne, energia swobodna deformacji ciekłego kryształu, defekty w ciekłych kryształach, anizotropia właściwości fizycznych faz ciekłokrystalicznych oraz podstawy zastosowań ciekłych kryształów w technice obrazowania informacji oraz do sterowania wiązką optyczną.	6,0	AEEITK	K_W06, K_U02, K_K01, K_K05
8.	Metamateriały i plazmonika:	6,0	AEEITK	K_W06, K_U02,

	<i>Podstawy fizyczne i podstawowe pojęcia plazmoniki i metamateriałów. Oddziaływania fal elektromagnetycznych z metamateriałami. Wprowadzenie do technologii wytwarzania metamateriałów jedno-, dwu- i trójwymiarowych. Podstawy metod charakteryzacji metamateriałów oraz nanostruktur. Wybrane zastosowania metamateriałów w technologiach fotonicznych.</i>			K_K01, K_K05
9.	Zaawansowane zastosowania materiałów ciekłokrystalicznych: <i>Informacje o materiałach fotonicznych. Ciekłe kryształy dla zaawansowanych zastosowań. Przejście światła przez układ dwójłomny. Fizyczne podstawy efektów optycznych w tym w polach fizycznych - efekty Pokelsa, Kerra, Faradaya, efekty termooptyczne. Izolatory optyczne i filtry optyczne w zastosowaniach. Właściwości i zaawansowane zastosowania materiałów ciekło-krystalicznych – dynamiczny filtr optyczny, zawór optyczny, przełącznik stanu polaryzacji światła. Środki ochrony wzroku na bazie materiałów i struktur fotonicznych.</i>	5,0	AEEITK	K_W06, K_U02, K_K01, K_K05
10.	Materiały i technologie dla elementów fotoniki światłowodowej: <i>Kompleksowe omówienie technologicznych podstaw wytwarzania światłowodów z ich rozróżnieniem z punktu widzenia zastosowań, wsparte podstawami propagacji fali świetlnej w strukturze falowodów cylindrycznych.</i>	3,0	AEEITK	K_W04, K_W06 K_W15, K_U02, K_K01, K_K05
11.	Metody pomiaru parametrów wiązki świetlnej: <i>Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z parametrami wiązki świetlnej oraz sposobami ich pomiaru. Parametry wiązki świetlnej zostaną przedstawione jako medium pomiarowe w oddziaływaniu fali z materią. Podstawy metodologii pomiarów optycznych: pomiary amplitudowe (natężenia), charakterystyki spektralnej, polaryzacji, koherencji, fazowe. Badanie interferencji oraz zmian propagacyjnych po przejściu przez wybrane materiały o różnych właściwościach transmisyjnych.</i>	4,0	AEEITK	K_W04, K_W06 K_U02, K_U06 K_K01, K_K05
12.	Symulacje komputerowa dla potrzeb inżynierii fotonicznej: <i>Podstawowym celem laboratorium jest praktyczne zapoznanie studentów z zagadnieniami symulacji komputerowych z zakresu propagacji fal elektromagnetycznych na przykładzie metody różnic skończonych w dziedzinie czasu (FDTD). W trakcie ćwiczeń laboratoryjnych studenci poznają realizację metody FDTD w środowisku Matlab, a następnie jej pełne wykorzystanie do prowadzenia symulacji przy wykorzystaniu oprogramowania Lumerical FDTD. Dodatkowo studenci zapoznają się ze sposobami realizacji pobudzenia w tej metodzie, zastosowaniem odpowiednich warunków brzegowych oraz wykorzystaniem symetrii w celu przyspieszenia obliczeń. Przedstawiona zostanie metodyka prowadzenia symulacji komputerowych oraz sposoby analizy i interpretacji uzyskanych wyników. W ramach projektu studenci będą mogli zaprojektować i zrealizować symulację na podstawie zaproponowanego modelu rzeczywistej struktury.</i>	4,0	AEEITK	K_W04, K_W06 K_U02, K_U07, K_K01, K_K05
	grupa treści kształcenia specjalistycznego			

	specjalność: Technologie maszynowego wspomaganie decyzji i automatyzacji procesów			
1.	Modelowanie i badanie efektywności systemów: Wskaźniki efektywności. Metody doboru wskaźników efektywności. Metody doboru metod oceny efektywności. Modelowanie systemów wieloprocesorowych i wielordzeniowych. Modele Markowa klasy DD oraz DC systemów wieloprocesorowych i wielordzeniowych. Modelowanie obciążenia systemów komputerowych, rekurencyjne strumienie zdarzeń, modele regresyjne, prognozowanie obciążenia. Modele kolejkowe. Sieci kolejkowe.	6,0	AEEITK	K_W02, K_W03, K_U03, K_U06 K_K01
2.	Metody i techniki symulacji komputerowej: W ramach przedmiotu zaprezentowane będą metody i techniki modelowania oraz symulacji komputerowej. W praktyce student wykona zadanie modelowania systemu oraz eksperymentowania w środowisku symulacji wieloagentowej. Dodatkowo, przedstawione będą techniki rozszerzania symulacji typu HIL (Hardware in the Loop) o programowe elementy środowiska Matlab Simulink i ROS2.	4,0	AEEITK	K_W02, K_U03, K_U06, K_K01
3.	Techniki modelowania rzeczywistości rozszerzonej: Przedmiot zakłada zapoznanie z podstawowymi pojęciami oraz metodami modelowania wirtualnej rzeczywistości, ze szczególnym uwzględnieniem symulacji sensorów i efektorów. Ćwiczenia praktyczne obejmują modelowanie rzeczywistości w środowisku symulacyjnym Matlab-Simulink oraz rozszerzanie rzeczywistości z wykorzystaniem systemu Unity i okularów Microsoft HoloLens.	4,0	AEEITK	K_W05, K_U03, K_U05, K_U06 K_K01
4.	Projekt w technologiach symulacji wirtualnej i rozszerzonej: Technologie rzeczywistości rozszerzonej i wirtualnej. Standardy integracji systemów AR-VR. Zastosowanie rzeczywistości wirtualnej i rozszerzonej w szkoleniach.	3,0	AEEITK	K_W02, K_U03, K_U06, K_K01
5.	Głębokie uczenie maszynowe: Sieci neuronowe - funkcja straty, algorytm wstecznej propagacji, uczenie. Rekurencyjne sieci neuronowe: RNN, LSTM. Konwolucyjne sieci neuronowe (CNN). Warstwy splotowe, agregujące, zwijające, rezydujące, redukujące. Modele generatywne sieci neuronowych (GAN).	6,0	AEEITK	K_W02, K_W03, K_U03, K_U06 K_K01
6.	Przetwarzanie języka naturalnego: Reprezentacja tekstu jako Bag Of Words. Macierz TFIDF. Prawo Zipfa. Podobieństwa dokumentów. Analiza tematów. Dekompozycja PCA, SVD. Klasy gramatyczne. Znaczniki morfosyntaktyczne. Analiza składniowa. Gramatyka języka. Drzewa zależności, drzewa składników. Analiza semantyczna. Ontologie. Reprezentacja słów w gęstej przestrzeni wektorowej (word-embedding). Modele języka: BERT. Biblioteki modeli językowych. Wybrane zastosowania NLP: generowanie streszczeń, chat-boty, generowanie tekstu.	6,0	AEEITK	K_W02, K_W03, K_U03, K_U06 K_K01
7.	Metody eksploracji grafów: Przedmiot wprowadza w zagadnienia eksploracji grafów i sieci, grafowego uczenia maszynowego, jak również w	6,0	AEEITK	K_W02, K_W03, K_U03, K_U06 K_K01

	<i>metody i narzędzia eksploracji i wizualizacji grafów i sieci. Szczególną uwagę zwraca na modele i metody tworzenia sieci złożonych oraz badania ich charakterystyk, identyfikację istotnych węzłów, gałęzi oraz istotnych podgrup (klastrow) w sieci, jak również badanie podobieństwa i samopodobieństwa zarówno podgrafów, jak i całych grafów/sieci. Rozpatrywane są również narzędzia i środowiska analizy i wizualizacji grafów.</i>			
8.	Systemy biometryczne: Zapoznanie z metodami przetwarzania sygnałów oraz metodami klasyfikacji mającymi zastosowanie w identyfikacji oraz uwierzytelnianiu biometrycznym (klasyfikatory minimalno-odległościowe, sieci neuronowe). Zastosowanie powyższych metod w biometrii: głosu, odcisku palca, tęczówki oka, twarzy, naczyń krwionośnych dłoni i palca. Zajęcia praktyczne mają na celu opracowanie i przebadanie biometrycznego systemu rozpoznawania z wykorzystaniem poznanych technik identyfikacji i weryfikacji biometrycznej.	6,0	AEEiTK	K_W05, K_W11, K_U07, K_K05, K_K07
9.	Widzenie komputerowe: W ramach przedmiotu realizowane jest zapoznanie z podstawowymi technikami przetwarzania obrazów cyfrowych (przekształcenia punktowe, kontekstowe, widmowe, geometryczne, morfologiczne) oraz wprowadzenie do widzenia komputerowego. Zasadniczym celem przedmiotu jest omówienie zagadnienia segmentacji (konturowa, obszarowa) w obrazach rastrowych oraz problemów grupowania, analizy, klasyfikacji i opisu obiektów w obrazie cyfrowym. Przedstawiony zostanie proces uczenia wzorców i rozpoznawania obiektów. Omówione zostaną przykłady systemów widzenia komputerowego oraz widzenia maszynowego w robotyce.	6,0	AEEiTK	K_W05, K_W11, K_U05, K_K05, K_K06
10.	Robotics: Przedmiot zakłada zapoznanie z opisami przestrzennymi i przekształceniami stosowanymi dla kinematyki manipulatorów. W ramach kinematyki omówione zostaną zasady przywiązywania układów współrzędnych do członów, przestrzenie napędów i przegubów, parametry Denavit-Hartenberga, kartezjańskie układy odniesienia, proste zadanie kinematyki. W zaawansowanej części przedmiot dotyczy odwrotnego zadania kinematyki w ujęciu algebraicznym i geometrycznym dla wybranych manipulatorów; poruszone zostaną zagadnienia prędkości liniowej i kątowej członów manipulatora; przedstawione zostaną sposoby opisu, planowania i generowania trajektorii. Ukazane zostanie (na przykładach) zastosowanie widzenia komputerowego w robotyce.	7,0	AEEiTK	K_W26, K_U02, K_U04, K_U07, K_K01, K_K06
11.	Technologie wytwarzania systemów informatycznych: Przedmiot zawiera omówienie fundamentalnych treści związanych z przygotowaniem i przeprowadzeniem wdrożenia oraz przekazaniem systemu informatycznego do eksploatacji. Omówione zostaną metodyki wytwarzania systemów informatycznych oraz podstawowe języki opisu wdrożenia w kategoriach architektury korporacyjnej (archimate) i systemowej (UML) z wykorzystaniem narzędzi CASE. Tematyka przedmiotu zawiera również	6,0	AEEiTK	K_W12 K_U06 K_K01, K_K07

	zagadnienia związane z technicznym przeprowadzeniem wdrożenia w chmurze obliczeniowej z wykorzystaniem metod wirtualizacji i konteneryzacji.			
	grupa treści kształcenia specjalistycznego specjalność: Technologie w inżynierii mechanicznej			
1.	Fundamentals of finite element method: <i>General characteristics of computational methods. Characteristics of basic finite elements (rod, disk, plate, shell, threedimensional elements, isoparametric elements). Solving the system of equations. Fundamentals in error analysis in FEM. FEM fundamentals in dynamic problems.</i>	2,0	AEEiTK	K_W22, K_W27 K_U04, K_K01
2.	Metody analizy i oceny niezawodności obiektów i systemów technicznych <i>Podstawowe pojęcia teorii niezawodności. Jednostkowe i skumulowane charakterystyki niezawodnościowe. Niezawodność obiektów nieodnawialnych i odnawialnych. Metody wyznaczania wartości wskaźników niezawodności dla obiektów nieodnawialnych oraz dla obiektów odnawialnych z zerową i niezerową odnową. Wybrane rozkłady czasu zdatności. Niezawodność systemów. Struktury niezawodnościowe systemów. Probabilistyczny model niezawodnościowy systemu. Proces zmian stanów niezawodnościowych systemu. Redundancja w systemie. Stochastyczne modele eksploatacji obiektów i systemów. Opracowywanie szczegółowych baz źródłowych w MS Excel. Metody uzupełniania brakujących danych, wartości odstające. Weryfikacja, kontrola formalna i merytoryczna baz danych.</i>	4,0	AEEiTK	K_W02, K_W12 K_U02
3.	Metody numeryczne w zaawansowanych aplikacjach mechanicznych: <i>Podstawy teoretyczne metod numerycznych. Podstawy teoretyczne metody elementów skończonych (MES) do analizy konstrukcji mechanicznych z uwzględnieniem statycznych analiz wieloetapowych w zakresie liniowym i nieliniowym. Podstawy teoretyczne symulacji kinematyczno-dynamicznych z zastosowaniem metod multi-body (MBS). Wybrane elementy teorii błędów numerycznych. Strategia komputerowej symulacji MES i MBS zagadnień dwu- i trójwymiarowych. Metodyka uproszczeń - redukcji rzeczywistych rozwiązań konstrukcyjnych. Budowa modeli 2D i 3D do analizy MES i MBS z uwzględnieniem warunków brzegowo-początkowych. Modelowanie konstrukcji mechanicznych 2D i 3D za pomocą wybranych preprocesorów graficznych. Wykonanie obliczeń ze zwróceniem uwagi na dobór optymalnych parametrów analizy. Analiza wyników symulacji konstrukcji mechanicznych. Ocena poprawności wyników obliczeń.</i>	7,0	AEEiTK	K_W02, K_W22 K_W27, K_U06 K_U12< K_K01
4.	Nowoczesne rozwiązania w inżynierii samochodów: <i>Nadwozia samochodów – materiały i rozwiązania konstrukcyjne zwiększające bezpieczeństwo pasażerów. Układy bezpieczeństwa biernego – poduszki gazowe, pasy bezpieczeństwa i inne rozwiązania obniżające poziom obrażeń użytkowników samochodów. Układy bezpieczeństwa czynnego w inżynierii samochodów. Nowoczesne rozwiązania układu napędowego, zawieszenia i</i>	4,0	AEEiTK	K_W11, K_W12 K_W27, K_U02 K_U09

	układu jezdni (w tym m.in. napęd hybrydowy i elektryczny, zawieszenia aktywne). Samochód inteligentny – technika „by wire”. Samochód autonomiczny.			
5.	Alternatywne układy napędowe: Alternatywne paliwa do napędu pojazdów: wodór, paliwa syntetyczne, biopaliwa. Systemy magazynowania wodoru. Silniki dwu i wielopaliwowe. Ogniw paliwowe. Pojazdy zasilane wodorem. Pojazdy elektryczne. Systemy REESS. Bezpieczeństwo magazynów energii. Sieci wysokiego napięcia. Sieć Smart grid, Vehicle-to-grid, Vehicle-to-vehicle. Systemy ładowania pojazdów elektrycznych. Bezpieczeństwo elektryczne podczas obsługi pojazdów. Ekologiczne problemy alternatywnych układów napędowych.	4,0	AEEITK	K_W06, K_W09 K_U02, K_K01
6.	Introduction to elasticity and plasticity theory: Review of the linear algebra, tensor calculus and classical field theory. Fundamentals of the theory of elasticity, deformation state and stress state, material modeling, equations of the theory of elasticity, solutions of the selected problems. Fundamentals of the theory of plasticity. Plastic potential, law of the plastic flow, plastic stability conditions.	4,0	AEEITK	K_W02, K_W06 K_U04, K_K01
7.	Modelowanie i symulacja ruchu lądowych systemów bezzałogowych: Wprowadzenie do zasad modelowania i symulacji ruchu. Kinematyka i dynamika systemów bezzałogowych. Stopnie swobody i pary kinematyczne. Metody formułowania modeli matematycznych stosowane w symulacji ruchu systemów bezzałogowych. Narzędzia numeryczne stosowane do symulacji ruchu systemów bezzałogowych. Metoda schematów funkcjonalnych. Podstawowe człony i ich charakterystyki stosowane w metodzie schematów funkcjonalnych. Wymuszenia kinematyczne i siłowe oraz ich charakterystyki. Metoda układów wieloczłonowych i kosymulacja. Przestrzeń symulacyjna. Markery. Modelowanie geometrii systemów bezzałogowych. Właściwości masowe. Siły skupione. Przygotowanie symulacji i jej parametry. Parametryzacja modeli symulacyjnych. Postprocessing i analiza wyników.	3,0	AEEITK	K_W09, K_W11 K_W12, K_W22 K_U06, K_K01
8.	Systemy informatyczne w diagnostyce pojazdów: Systemy informatyczne wspomagające diagnostykę i obsługę samochodów. Systemy wspomagania projektowania pojazdów. Systemy wspomagania napraw pojazdów. Systemy informacyjne do zarządzania eksploatacją samochodów. Systemy pomiarowe w przetwarzaniu informacji. Pomiary i źródła wielkości elektrycznych, mechanicznych i innych w diagnostyce. Czujniki. Wspomaganie zarządzania cyklem życia pojazdu.	3,0	AEEITK	K_W08, K_W09 K_U11, K_K01
9.	Zastosowanie statystyki matematycznej w procesach podejmowania decyzji: Wprowadzenie do statystyki matematycznej. Podstawowe pojęcia z probabilistyki i metody wnioskowania. Definicja i składowe procesy decyzyjnego. Metody prognozowania popytu w procesach podejmowania decyzji. Zamknięte zagadnienie transportowe (metoda kąta północno-zachodniego, metoda minimalnego elementu macierzy, metoda Vogla). Minimalizacja pustych prze-	4,0	AEEITK	K_W02, K_U07

	<i>biegów w transporcie. Optymalizacja czasu dostaw w ramach założonej sieci dostaw. Optymalizacja procesu kompletacji. Planowanie czasu pracy kierowców. Programowanie liniowe – optymalizacja procesu produkcyjnego.</i>			
10.	Metody numeryczne i doświadczalne w badaniach materiałów i konstrukcji: Modelowanie nowoczesnych materiałów. Zaawansowane modele materiałów. Odzworowanie numeryczne struktur materiałowych – modele skalowe. Analizy numeryczne z wykorzystaniem zaawansowanych modeli materiałowych. Wybrane aspekty eksperymentalnych walidacji modeli i wyników symulacji numerycznych z zastosowaniem zaawansowanych materiałów.	7,0	AEEITK	K_W02, K_W06 K_U06
11.	Nawigacja i autonomia lądowych systemów bezzałogowych: Zagadnienia nawigacji, samolokalizacji i odometrii w powiązaniu z konstrukcją systemu bezzałogowego. Wykorzystanie systemów satelitarnych w wyznaczaniu położenia. Systemy nawigacji inercyjnej. Architektury systemów sterowania robotów mobilnych. Algorytmy planowania ścieżek ruchu dla zespołu robotów mobilnych. Adaptacja warstwy sprzętowej sterowników do zadań wymagających współpracy. Algorytm współpracy zespołu robotów. Autonomiczne zachowanie, zwiększona wbudowana sztuczna inteligencja. Zastosowania autonomicznych systemów bezzałogowych.	4,0	AEEITK	K_W18, K_W27 K_U05, K_K01
12.	Struktury kinematyczne mechanizmów i manipulatorów: Podstawowe pojęcia stosowane w strukturach mechanizmów i manipulatorów. Pary kinematyczne i rodzaje członów struktur kinematycznych. Stopnie swobody i rodzaje połączeń ruchowych. Klasyfikacja mechanizmów. Zasady tworzenia struktur mechanizmów i manipulatorów. Określanie ruchliwości oraz projektowanie złożonych układów kinematycznych mechanizmów i manipulatorów. Redukowanie układów kinematycznych oraz wyznaczanie charakterystycznych obciążeń. Zasady doboru elementów wykonawczych układów napędowych mechanizmów i manipulatorów. Opis wybranych mechanizmów dźwigniowych. Zadanie proste i odwrotne kinematyki manipulatorów. Antropomorficzne struktury manipulatorów.	3,0	AEEITK	K_W22, K_W27 K_U07, K_K01
13.	Wybrane zagadnienia analiz dynamicznych oddziaływań ciał: Definicje oddziaływań dynamicznych, w tym impulsowego. Podstawy teoretyczne dotyczące oddziaływań zmiennych w czasie: impulsowych i innych dynamicznych. Opis wpływu oddziaływań dynamicznych na charakterystyki materiałów oraz matematyczny sposób opisu tych właściwości. Omówienie metod eksperymentalnych pozwalających ilościowo i jakościowo określić dynamiczne właściwości materiałów. Druga część przedmiotu dotyczyć będzie różnych typów zjawisk, w których właściwości dynamiczne odgrywają znaczącą rolę. Omówienie obszarów zastosowań, zarówno cywilnych jak i wojskowych, w których należy uwzględnić różne właściwości materiałów w zakresie dynamicznym.	7,0	AEEITK	K_W06, K_W12 K_U07, K_K01

14.	Wykorzystanie narzędzi numerycznych w prototypowaniu maszyn: Podstawowe pojęcia stosowane w strukturach mechanizmów i manipulatorów. Pary kinematyczne i rodzaje członów struktur kinematycznych. Stopnie swobody i rodzaje połączeń ruchowych. Klasyfikacja mechanizmów. Zasady tworzenia struktur mechanizmów i manipulatorów. Określanie ruchliwości oraz projektowanie złożonych układów kinematycznych mechanizmów i manipulatorów. Redukowanie układów kinematycznych oraz wyznaczanie charakterystycznych obciążeń. Zasady doboru elementów wykonawczych układów napędowych mechanizmów i manipulatorów. Opis wybranych mechanizmów dźwigniowych. Zadanie proste i odwrotne kinematyki manipulatorów. Antropomorficzne struktury manipulatorów.	4,0	AEEITK	K_W22, K_W27 K_U06
	grupa treści kształcenia specjalistycznego			
	specjalność: Systemy mechatroniczne			
1.	Projektowanie eksperymentu: Plany doświadczenia zdeterminowane i randomizowane. Miary położenia i rozproszenia wyników pomiarów. Ocena istotności wpływu wielkości wejściowych na wielkość wyjściową. Określenie funkcji aproksymującej funkcję obiektu. Ocena adekwatności funkcji obiektu i istotności jej współczynników. Doświadczalna optymalizacja.	2,0	AEEITK	K_W08, K_U10
2.	Modelowanie i analiza układów regulacji adaptacyjnej: Modelowanie, analiza, projektowanie i implementacja cyfrowych algorytmów sterowania w układach regulacji DDC oraz w strukturach regulacji adaptacyjnej. Metody projektowania liniowych estymatorów RLS, WRLS oraz filtru Kalmana i ich implementacji w napędach elektrycznych robotów oraz w układach regulacji procesami przemysłowymi. Symulacja w środowisku Matlab/ C++. Implementacja torów sygnałowych fizycznego układu regulacji w ramach projektu.	5,0	AEEITK	K_W22, K_W27 K_U05
3.	Programming of Virtual Instruments: Data acquisition systems with virtual instrumentation in contemporary metrology. Text-based programming vs. graphical programming of virtual system controllers. LabVIEW fundamentals and navigation. Basics of LabVIEW programming: controlling the program execution with structures, plotting the data, data writing and reading, creating and using of SubVIs, and basics of data processing.	2,0	AEEITK	K_W11, K_W14 K_U08
4.	Niezawodność i bezpieczeństwo obiektów technicznych: Podstawowe rozkłady prawdopodobieństwa stosowane w ocenie niezawodności i trwałości. Niezawodność urządzeń nieodnawialnych i naprawialnych. Struktury niezawodnościowe. Struktury nadmiarowe. Prawdopodobieństwo wykonania zadania z uwzględnieniem niezawodności. Procesy prowadzące do awarii. Zasady oceny trwałości elementów urządzeń technicznych. Obsługa techniczna i części zamienne. Zasady projektowania obsługi technicznej urządzeń. Miary ryzyka. Związki miar ryzyka	4,0	AEEITK	K_W11, K_W14 K_U10

	z miarami niezawodności i zagrożenia. Podstawy mierzenia i modelowania strat. Określanie miar zagrożeń. Metody statystyczne, eksperckie szacowania strat. Wykorzystanie metod drzew w analizach ryzyka - metoda drzewa uszkodzeń i metoda drzewa zdarzeń. Ilościowe szacowanie i analiza ryzyka. Jakościowa analiza ryzyka.			
5.	Techniki wytwarzania przyrostowego: Podstawowe wiadomości dotyczące wytwarzania przyrostowego. Współczesne trendy rozwojowej w zakresie technik wytwarzania przyrostowego: wczoraj, dzisiaj i jutro. Przykłady zastosowania przyrostowych technik wytwarzania w praktyce inżynierskiej. Zastosowanie przyrostowych technik wytwarzania w Siłach Zbrojnych różnych krajów należących do NATO. Charakterystyka materiałów stosowanych w przyrostowych technikach wytwarzania. Krytyczna ocena możliwości technologicznych różnych technik wytwarzania przyrostowego. Charakterystyka technik wytwarzania bazujących na materiałach polimerowych (FDM/FFF, Polyjet, 3DLP, STL). Charakterystyka technik wytwarzania przyrostowego bazujących na materiałach metalicznych (SLM, DMLS, LENS, EBM, WAAM). Adaptacja dokumentacji projektowej CAD do wymagań różnych technik wytwarzania przyrostowego. Zastosowanie procesu optymalizacji topologicznej na potrzeby technik wytwarzania przyrostowego.	4,0	AEEITK	K_W14, K_W22 K_U07, K_U08
6.	Automatyzacja i robotyzacja procesów technologicznych: Robotyzacja podstawowych procesów technologicznych ze szczególnym uwzględnieniem procesów spawania, zgrzewania, sortowania, pakowania, paletyzacji, montażu, obsługi maszyn oraz wykorzystania w procesach zrobotyzowanych systemów wizyjnych na przykładzie rozwiązań firm: ABB, FANUC, MITSUBISHI. Metody analizy procesów przemysłowych z punktu widzenia ich podatności na automatyzację oraz narzędzi i metod postępowania w automatyzacji wybranych procesów przemysłowych. Optymalizacja kosztów w sensie minimalizacji czasu, energii i ilości operacji.	5,0	AEEITK	K_W13, K_W27 K_U13
7.	Praktyczne aspekty teorii sterowania: Modele matematyczne systemów automatyki. Projektowanie i synteza systemów sterowania automatyki. Ocena właściwości statycznych i dynamicznych układów sterowania. Modelowanie, projektowanie i testowanie wybranych układów automatyki i sterowania. Modelowanie, projektowanie i implementacja systemu sterowania ze sprzężeniem zwrotnym oraz wybranych napędów układów automatyki. Synteza układów sterowania w systemach strukturalnie niestabilnych. Modelowanie i projektowanie przełączających układów automatyki.	5,0	AEEITK	K_W14, K_W23 K_U14
8.	Mikrokontrolery w systemach wbudowanych: Obszary zastosowań i wymagania stawiane systemom wbudowanym (komputerom pokładowym). Architektury systemów wbudowanych i krytycznych. Prezentacja układów programowalnych i mikroprocesorów wykorzystywanych w zastosowaniach wbudowanych: schemat logiczny, podstawowe cechy architektury, wbudowane układy peryferyjne, organizacja pamięci i systemu prze-	4,0	AEEITK	K_W09, K_W14 K_W23, K_U14

	<i>rwań. Przykłady gotowych platform sprzętowych wykorzystywanych do szybkiego prototypowania systemów wbudowanych. Oprogramowanie podstawowe systemów wbudowanych. Zasady projektowania, konstruowania i testowania systemów elektronicznych z uwzględnieniem wymaganej niezawodności i kompatybilności elektromagnetycznej. Narzędzia do projektowania oprogramowania, modelowania i symulacji modułów elektronicznych.</i>			
9.	Metody numeryczne w analizie konstrukcji: Pojęcia i metody z zakresu analizy numerycznej – metody interpolacji, aproksymacji, ekstrapolacji i całkowania numerycznego. Podstawowe zadania algebry liniowej – macierze, układy równań liniowych, zagadnienie własne. Algorytmy numeryczne, zbieżność wyników i błędy. Optymalne projektowanie konstrukcji, matematyczny model optymalizacji. Podział i charakterystyka metod optymalizacji, przykłady programowania optymalnego. Pojęcia bazowe z obszaru Metody Elementów Skończonych (MES). Ogólny algorytm rozwiązywania zadania MES. Metodyka rozwijania modelu dyskretnego do symulacji programowej – geometria, dyskretyzacja struktury, własności materiałowe, warunki brzegowe i obciążenia. Modelowanie dyskretnie konstrukcji lotniczych do analiz symulacyjnych w systemach CAD/CAM/CAE – zagadnienia statyczne i dynamiczne na przykładzie struktury skrzydła. Programowanie zadań projektowych w środowisku Matlab, zastosowanie procedur dostępnych w pakiecie Optimization Toolbox,	4,0	AEEITK	K_W02, K_W22 K_U15
10.	Modelowanie przepływów: Symulacja ruchu płynu, sformułowanie zachowawcze, schematy numeryczne, warunki brzegowe. Modelowanie turbulencji, metody LES oraz DNS. Modelowanie geometryczne opływanych obiektów, siatki obliczeniowe, adaptacja siatek, podstawowe operacje na siatkach, zaawansowane operacje na siatkach. Symulacja przepływów i opływów, wizualizacja wyników obliczeń. Modelowanie przepływów w kanałach. Opływy powierzchni nośnych. Przepływy ściśliwe (fale uderzeniowe, wloty do silników, przepływy przez palisady łopatkowe turbin, dysze wylotowe). Obliczenia równoległe, dekompozycja obszaru obliczeniowego. Analiza poprawności wyników numerycznych.	4,0	AEEITK	K_W06, K_W14 K_U10
11.	Modelowanie i symulacja układów robotyki: Wprowadzenie w zagadnienia modelowania, symulacji i projektowania układów robotyki. Charakterystyka środowisk do programowania i sterowania robotów w trybach offline i online firm ABB i Fanuc. Programowanie robotów przemysłowych. Modelowanie zrobotyzowanych stanowisk oraz programowanie robotów. Zagadnienia modelowania i projektowania układów robotyki z wykorzystaniem zaawansowanych narzędzi środowisk RobotStudio i Roboguide. Programowanie robotów przemysłowych. Dobór robotów i oprzyrządowania do danego procesu technologicznego. Zasady przygotowania i instalacji robota na stanowisku. Dobór systemów bezpieczeństwa. Robotyka jako dziedzina nauki. Prawa robotyki. Klasyfikacja robotów i manipulatorów. Podstawowe elementy robotów i manipulatorów. Opis prze-	4,0	AEEITK	K_W14, K_W27 K_U04

	<i>strzenny robotów i manipulatorów. Układy współrzędnych i ich przekształcanie. Zadanie proste i odwrotne. Wyznaczanie prędkości, przyspieszeń, sił oraz momentów manipulatora. Efektory robotów. Klasyfikacja i charakterystyka.</i>			
12.	Kompozyty i metody badań nieniszczących: Charakterystyka materiałów kompozytowych. Kompozyty naturalne. Materiały stosowane jako matryce. Materiały wykorzystywane jako wzmocnienie. Kompozyty warstwowe. Wybrane zagadnienia mechaniki kompozytów. Właściwości wytrzymałościowe i użytkowe materiałów kompozytowych. Anizotropowość materiałów kompozytowych. Metody wytwarzania materiałów kompozytowych. Struktury przekładkowe. Nanokompozyty. Uszkodzenia materiałów kompozytowych. Kryteria zniszczenia. Metody badań nieniszczących. Łączenie materiałów kompozytowych. Przykłady konstrukcji.	4,0	AEEITK	K_W06, K_W13 K_U06
13.	Zespoły napędowe statków powietrznych i kosmicznych: Teoretyczne podstawy działania silników lotniczych i kosmicznych. Konstrukcja zespołów napędowych z silnikami turbinowymi, raketowymi, pulsacyjnymi, strumieniowymi tłokowymi, elektrycznymi i hybrydowymi; budowa, obciążenia i obliczenia wytrzymałościowe podstawowych zespołów silnika i ich części; materiały konstrukcyjne; instalacje silnikowe – budowa i zasady działania, konstrukcja i działanie poszczególnych agregatów, materiały pędne i smary; hydromechaniczne i elektroniczne systemy sterowania; przekładnie redukcyjne silników lotniczych; budowa śmigieł, sterowanie skokiem śmigła; odpylacze powietrza wlotowego; rozruch silników turbinowych i tłokowych; eksploatacja i diagnozowanie lotniczych zespołów napędowych; wskazania parametrów pracy zespołów napędowych.	4,0	AEEITK	K_W22, K_W26 K_U11
14.	Rakiety i pojazdy kosmiczne: Wymagania stawiane konstrukcjom rakiet. Równania ruchu rakiety. Przeciążenia rakiety. Płatowiec rakiety. Skrzydła, stateczniki i stery. Kadłuby rakiet. Silniki raketowe. Pokładowa aparatura kierowania rakiet. Pilot automatyczny. Serwomechanizmy napędu sterów i lotek. Zrozumienie zasad ruchu kosmicznego, takich jak orbity i prędkości, oraz zagadnień związanych z manewrowaniem i sterowaniem pojazdami kosmicznymi. Budowa różnych typów pojazdów kosmicznych, takich jak satelity, statki kosmiczne, sondy kosmiczne, stacje kosmiczne, moduły księżycowe i pojazdy transportowe.	4,0	AEEITK	K_W22, K_W26 K_U11, K_K14
15.	Autonomiczne powietrzne systemy bezzałogowe: Struktura bezzałogowego systemu powietrznego, jego podstawowe elementy i systemy awioniczne. Struktura i organizacja powietrznych systemów bezzałogowych. Wymagania dla wykonywania lotów autonomicznych. Podstawowe zagadnienia organizacji grup i rojów robotów latających. Rozstrzygania kolizji między robotami latającymi operującymi we wspólnej przestrzeni (algorytm boidów, stochastyczny, mrówkowy itd.). Systemy hierarchiczne i zdecentralizowane. Problematyka sterowania lotem oraz proces nawigowania bezzałogowych syste-	5,0	AEEITK	K_W11, K_W27 K_U02

	<i>mów powietrznych. Sterowanie w systemach autonomicznych. Prowadzenie operacji na małych wysokościach z wykorzystaniem systemów antykolizyjnych.</i>			
	grupa treści kształcenia specjalistycznego specjalność: Inżynieria lądowa i geoprze- strzenna			
1.	Nawigacja satelitarna: <i>Na przedmiocie omawiane są zagadnienia kodowania sygnału elektromagnetycznego i propagacji fali elektromagnetycznej w przestrzeni kosmicznej i atmosferze. Przedstawione zostają narzędzia i techniki opracowania obserwacji z satelitarnych systemów nawigacyjnych wykorzystywane w badaniu kształtu i dynamiki Ziemi, nawigacji i autonomicznych systemach pomiarowych. Omawiane są błędy pomiarowe i metody eliminacji ich wpływu.</i>	4,0	AEEITK	K_W18, K_U16
2.	Metody komputerowe w inżynierii lądowej: <i>W ramach przedmiotu prezentowane są zagadnienia związane z numerycznym rozwiązywaniem typowych problemów mechaniki konstrukcji metodą różnic skończonych (MRS), jak i z modelowaniem ustrojów budowlanych za pomocą metody elementów skończonych (MES). Kształcenie obejmuje komputerowe metody projektowania w budownictwie z elementami BIM obejmujące zakres modelowania elementów konstrukcyjnych oraz konstrukcji budowlanych z wykorzystaniem oprogramowania inżynierskiego, tj. Autodesk Inventor Nastran, Autodesk Robot Structural Analysis lub podobnym.</i>	5,0	AEEITK	K_W10, K_U02 K_U06, K_K01
3.	Współczesne materiały budowlane: <i>Główne grupy wyrobów budowlanych łącznie z zaprawami i betonami zwykłymi, z podaniem rodzajów wyrobów i ich właściwości, metody badań i procedury zapewnienia jakości oraz zalecenia dotyczące stosowania receptur. Akty prawne normujące dopuszczenie materiałów budowlanych do obrotu.</i>	5,0	AEEITK	K_W06, K_U02 K_U10, K_K01
4.	Zaawansowane metody elementu skończonego: <i>Przestrzenie Lagrange'a (funkcje liniowe i kwadratowe). Przestrzenie Hermite'a elementu skończonego do elementów piątego stopnia łącznie. Absolutna nowość w literaturze naukowej. Własności, stabilność metod. Wpływ warunków początkowych i brzegowych na rozwiązanie.</i>	4,0	AEEITK	K_W18, K_U16
5.	Nowoczesne metody przetwarzania danych 3D: <i>Celem kształcenia realizowanego w ramach przedmiotu jest przygotowanie studentów do rozwiązywania zadań z zakresu inżynierii odwrotnej. Studenci w ramach zajęć z przedmiotu poznają nowoczesne techniki pozyskiwania, przetwarzania i modelowania trójwymiarowego danych z naziemnego, mobilnego oraz lotniczego skanowania laserowego. Pozyskują i opracują dane z naziemnego skaningu laserowego, zapoznają się ze specjalistycznym oprogramowaniem, wykonają integrację chmur z różnych systemów skanowania laserowego, przeprowadzą analizy dokładności pozyskanych chmur punktów. Wykonają samodzielnie zadanie inżynierskie z</i>	3,0	AEEITK	K_W03, K_W13 K_W21, K_U06 K_U13, K_K06

	zakresu opracowania chmur punktów z wybranego systemu skanowania laserowego.			
6.	Zaawansowane metody przetwarzania obrazów cyfrowych: Tworzenie masek filtrów gradientowych i krawędziowych na podstawie schematów różnicowych konstruowanych metodą różnic skończonych (FDM) oraz metodą elementu skończonego (FEM). Własności spektralne masek (macierze trzeciego i piątego stopnia), w tym widmowa funkcja przenoszenia i jej prezentacja graficzna. Dobroć maski określana jako iloraz widmowej funkcji przenoszenia badanego filtru i widmowej funkcji przenoszenia różniczkowego operatora Laplace'a. Działania na maskach (dodawanie, odejmowanie, obrót o 45°), określanie postaci operatora różniczkowego związanego z wynikami tych przekształceń (Laplasjan, bi-Laplasjan itp.). Filtry identyfikujące wyłącznie naroża (wierzchołki). Maski bi-Laplasjan kontra Harris corner detector.	4,0	AEEITK	K_W18, K_U16, K_K06
7.	Współczesne budownictwo zrównoważone: Projektowanie, realizacja oraz charakterystyka materiałów budowlanych stosowanych w izolacjach przeciwwilgociowych, przeciwwodnych, termicznych oraz akustycznych. Podstawowe informacje o izolacjach zabezpieczających przed promieniowaniem jonizującym i elektromagnetycznym budynków.	4,0	AEEITK	K_W06, K_U02 K_U11, K_K01
8.	Współczesne konstrukcje budowlane i inżynierskie: Wybrane zagadnienia projektowania prostych konstrukcji budowlanych i inżynierskich w technologii stalowej i żelbetowej zgodnie z wymaganiami systemu Eurokodów. Konstrukcje budynków wysokościowych. Konstrukcje wieloprzestrzennych obiektów użyteczności publicznej. Konstrukcje podziemne, tunele wykonywane w technologii TBM. Konstrukcje budynków z zewnętrznymi przegrodami oddychającymi, ciepłochronnymi, pochłaniającymi dwutlenek węgla i wodę, przetwarzającymi dwutlenek węgla i wodę w procesie fotosyntezy. Modułowe, przestrzenne, składane konstrukcje budowlane. Konstrukcje obiektów mieszkalnych i użyteczności publicznej z wysokoodpornymi rdzeniami bezpieczeństwa. Stalowe konstrukcje specjalne (maszty turbin wiatrowych, telekomunikacyjne i energetyczne konstrukcje wsporcze, kominy i zbiorniki).	6,0	AEEITK	K_W13, K_W14 K_U07, K_U14 K_K01
9.	Modelowanie i prognozowanie danych w GIS: Przygotowanie i opracowanie geodanych w procesie modelowania informacji przestrzennej. Umiejętność przygotowania pozyskanych danych oraz ich wstępnego opracowania. Modelowanie geodanych na potrzeby wsparcia procesu podejmowania decyzji oraz wnioskowania. Budowa modeli umożliwiających prowadzenie obliczeń na potrzeby prognozowania zjawisk o charakterze przestrzennym. Zastosowanie nowoczesnych narzędzi oraz algorytmów do analiz numerycznych.	4,0	AEEITK	K_W13, K_W18 K_U15, K_U14 K_K06
10.	Przetwarzanie danych obrazowych z systemów wielosensorowych: W ramach przedmiotu prezentowane są treści związane z pozyskiwaniem, przetwarzaniem oraz analizą danych obrazowych przez sensory teledetekcyjne pozyskujące dane w różnych zakresach spektrum elektromagnetycznego. Poruszane będą kwestie związane z integracją danych obrazowych pozyskanych przez systemy wypo-	5,0	AEEITK	K_W18, K_U02 K_K01

	sażone w różne sensory, a także kwestie przygotowania, przetwarzania, analizy i wykorzystania takich danych. Przedstawiane będą metody analizy jakościowej i ilościowej danych obrazowych, a także znaczenie oraz metody cyfrowego przetwarzania obrazów w analizach teledetekcyjnych.			
11.	Tendencje rozwoju systemów i technologii geoinformacyjnych: Treści programowe obejmują przedstawienie funkcjonalności inteligentnego GIS (ang. Geographical Information System, pol. Systemu Informacji Geograficznej)) wykorzystującego sztuczną inteligencję i uczenie maszynowe. W ramach przedmiotu omówiona jest także problematyka rozwoju infrastruktury geoinformacyjnych w kontekście ekosystemów danych, ontologii geoprzestrzennych i kolejnych generacji technologii internetowych. W programie znajduje się także omówienie aplikacji integrujących duże zbiory danych przestrzennych (ang. Geospatial Big Data) z Internetem Rzeczy oraz podstawy zastosowań w obszarze informacji geograficznej rozszerzonej rzeczywistości, cyfrowego bliźniaka i metawersum.	4,0	AEEITK	K_W13, K_U15 K_U14, K_K08
12.	Technologie robót budowlanych: Mechanizacja procesów budowlanych, organizacja transportu i robót ładunkowych, realizacja robót ziemnych i betonowych, prefabrykacja w budownictwie i montaż konstrukcji budowlanych, roboty wykończeniowe i technologie systemowe, technologie robót nawierzchniowych oraz specyfikacje techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych.	4,0	AEEITK	K_W23, K_U10 K_U14, K_K06
13.	Fotogrametria i teledetekcja w badaniach powierzchni Marsa: Tematyka przedmiotu dotyczy szeroko pojętych badań powierzchni Marsa na podstawie wysokorozdzielczych obrazów wielospektralnych oraz obrazów stereoskopowych pozyskanych m.in. kamerą CASSIS (Colour and Stereo Surface Imaging System). Słuchacz będzie miał możliwość zapoznania się z metodami detekcji szybkich procesów zachodzących na powierzchni planety w tym sublimacji, erozji, procesów eolicznych, uderzeń meteoroidów oraz śladów aktywności wulkanicznej. Dodatkowo wykorzystując obrazy stereoskopowe planety słuchacz będzie miał możliwość zapoznania się z technologią opracowania mapy 3D powierzchni planety, w tym z metodami korekcji geometrycznej obrazów satelitarnych Marsa, opracowaniami sytuacyjno-wysokościowymi, a także z możliwościami przestrzennej fotointerpretacji ukształtowania i pokrycia powierzchni planety.	4,0	AEEITK	K_W12, K_W13 K_U02, K_U12 K_K01, K_K05
14.	Interpretacja meteorologicznych zobrazowań satelitarnych: Program obejmuje podstawowe i rozszerzone zagadnienia związane ze zdalnym wykrywaniem i rozpoznawaniem obiektów meteorologicznych, meteorologiczną interpretacją satelitarnych obrazów zachmurzenia, określaniem zależności między systemami zachmurzenia i stanem atmosfery, oceną procesów synoptycznych na podstawie zdjęć satelitarnych. Dobór i zakres treści kształcenia ukierunkowany jest na znajomość podstawowych metod, technik, narzędzi i materiałów stosowanych przy tworzeniu i interpretacji oraz wykorzystywaniu danych satelitarnych do badań procesów atmosferycznych.	4,0	AEEITK	K_W26, K_U19

	grupa treści kształcenia praca dyplomowa			
1.	Seminarium dyplomowe: <i>Zagadnienia przygotowujące do wyboru tematu i podjęcia pracy dyplomowej; rozważenia różnych rodzajów prac dyplomowych zależnie od celu pracy i przedmiotu pracy; tematyka prac dyplomowych, etyka i warsztat, rola i sposób wykorzystania literatury technicznej w rozwiązywaniu problemów technicznych, rola eksperymentu; elementy prawa autorskiego; etapy rozwiązywania i wykonywania zadania dyplomowego; układ i zawartość pracy dyplomowej; prezentacje i dyskusje sposobów rozwiązywania zagadnień ujętych w zadaniu dyplomowym, wyników częściowych i całości pracy dyplomowej.</i>	4,0	AEEiTK	K_U02, K_U03, K_U04, K_K01
2.	Praca dyplomowa: <i>Opracowanie pracy dyplomowej w zakresie kierunku technologie przełomowe, zawierającej elementy badań naukowych. W analizie problemu podjętego w pracy dyplomowej należy uwzględnić informacje z literatury obcojęzycznej.</i>	20,0	AEEiTK	K_U01, K_U02 K_U03 K_U04 K_U05, K_U06 K_U07, K_U08 K_U09, K_U10 K_U11, K_U12 K_U13, K_U14 K_U15, K_U16 K_U17, K_K01 K_K05
	grupa treści kształcenia praktyka zawodowa			
1.	Praktyka zawodowa: <i>Zdobycie wiedzy i doskonalenie umiejętności w zakresie nowych, innowacyjnych technologii.</i>	6,0	AEEiTK	K_W23, K_W24 K_U06, K_U07 K_U08, K_U09 K_U10, K_U11 K_U12, K_U13 K_U14, K_U15 K_U16, K_U17 K_U18, K_K01 K_K02, K_K03 K_K04, K_K05 K_K06
	Razem	300		

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

Weryfikacja zakładanych efektów uczenia kierunkowego prowadzona jest systematycznie w trakcie całego cyklu kształcenia. Warunkiem zaliczenia każdego z przedmiotów jest uzyskanie pozytywnej oceny z obowiązującego rygoru dydaktycznego: egzaminu, zaliczenia na ocenę lub zaliczenia na ocenę uogólnioną. Warunkiem przeniesienia studenta na kolejne semestry kształcenia jest zaliczenie wszystkich przedmiotów z tego obszaru i uzyskanie 30 punktów ECTS. Dopuszcza się warunkowe przeniesienie studenta na kolejny semestr w granicach dopuszczalnego deficytu punktów ECTS określonego w planie studiów.

Zajęcia praktyczne laboratoryjne i projektowe zaliczane są na podstawie wyników uzyskanych z ćwiczeń przygotowawczych, prac domowych, ćwiczeń obliczeniowych oraz w formie sprawozdania. Szczegółowe kryteria oceniania z każdego przedmiotu zawarte są w kartach informacyjnych przedmiotów.

Warunkiem dopuszczenia do zaliczenia lub egzaminu jest zaliczenie wszystkich form realizacji przedmiotu.

Warunkiem zaliczenia ćwiczeń jest poprawne wykonanie i zaliczenie wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych i rachunkowych przewidzianych programem

Efekty W, K sprawdzane są: podczas egzaminu lub kolokwium zaliczającego przedmiot, efekty U, sprawdzane są: na podstawie wyników uzyskanych z poszczególnych ćwiczeń przygotowawczych, prac domowych, ćwiczeń obliczeniowych oraz sprawozdań.

Wiedza i umiejętności w zakresie praktycznego kształcenia kierunkowego, weryfikowane będą w trakcie praktyk zawodowych.

Szczegółowe informacje dotyczące weryfikacji zakładanych efektów uczenia się z poszczególnych przedmiotów określone są w kartach informacyjnych przedmiotów.

Ostateczną formą weryfikacji nabytej wiedzy i umiejętności jest egzamin dyplomowy. Warunkiem dopuszczającym do egzaminu jest zaliczenie wszystkich przedmiotów kształcenia ogólnego, podstawowego, kierunkowego i specjalistycznego oraz opracowanie pracy dyplomowej pozytywnie ocenionej przez promotora i recenzenta.

Zaleca się stosować przy ocenie studenta następujące poziomy osiągnięcia zakładanych efektów uczenia:

Ocenę <u>bardzo dobrą</u>	otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty uczenia się na poziomie 91-100%.
Ocenę <u>dobrą plus</u>	otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty uczenia się na poziomie 81-90%.
Ocenę <u>dobrą</u>	otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty uczenia się na poziomie 71-80%.
Ocenę <u>dostateczną plus</u>	otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty uczenia się na poziomie 61-70%.
Ocenę <u>dostateczną</u>	otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty uczenia się na poziomie 51-60%.
Ocenę <u>niedostateczną</u>	otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty uczenia się na poziomie równym lub niższym niż 50%.
Ocenę <u>uogólnioną zal.</u>	otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty uczenia się na poziomie wyższym niż 50%.
Ocenę <u>uogólnioną nzal.</u>	otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty uczenia się na poziomie równym lub niższym niż 50%.

Uwagi szczegółowe:

Posiadanie certyfikatu lub złożenie egzaminu z języka obcego na poziomie B2+ jest obligatoryjne.

Plan studiów:

- *załącznik nr 1: specjalność Technologie optoelektroniczne*
- *załącznik nr 2: specjalność Systemy elektroniczne i telekomunikacyjne*
- *załącznik nr 3: specjalność Technologie fotoniczne*
- *załącznik nr 4: specjalność Technologie maszynowego wspomaganie decyzji i automatyzacji procesów*

- załącznik nr 5: specjalność *Technologie w inżynierii mechanicznej*
- załącznik nr 6: specjalność *Systemy mechatroniczne*
- załącznik nr 7: specjalność *Inżynieria lądowa i geoprzestrzenna*

Plan studiów ustalony przez Senat WAT w dniu 30 marca 2023 r.

Plan studiów ustalony przez Senat WAT w dniu 30 marca 2023 r.

PLAN STACJONARNYCH JEDNOLITYCH STUDIÓW MAGISTERSKICH O PROFILU OGÓLNOAKADEMICKIM																														
DYSCYPLINA: AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA, ELEKTROTECHNIKA I TECHNOLOGIE KOSMICZNE																														
KIERUNEK STUDIÓW: TECHNOLOGIE PRZEŁOMOWE																														
SPECJALNOŚĆ: TECHNOLOGIE W INŻYNIERII MECHANICZNEJ																														
początek 2023 rok																														
GRUPY ZAJĘĆ / PRZEDMIOTY		ogółem godzin/ pkt ECTS		w tym godzin:						liczba godzin/rygor/pkt ECTS w semestrze:																		jednostka organizacyjna administrująca odpowiedzialna za przedmiot		
		I. godz	ECTS	wykl.	ćwicz.	lab.	projekt	semin.	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X			
										godz.	ECTS	godz.	ECTS	godz.	ECTS	godz.	ECTS	godz.	ECTS	godz.	ECTS	godz.	ECTS	godz.	ECTS	godz.	ECTS	godz.	ECTS	
A. Grupa treści kształcenia ogólnego		336	21,0	96	240					186	13,0	90	4,0	30	2,0	30	2,0													
1	Język obcy	120	8,0		120					30	+	2	30	+	2	30	+	2	30	+	2									SJO
2	Wychowanie fizyczne	60			60					30	+		30	+															SWF	
3	Etyka zawodowa	18	1,5	14	4					18	+	1,5																	WLO	
4	Ochrona własności intelektualnych	14	1,5	12	2					14	+	1,5																	WLO	
5	Podstawy zarządzania i przedsiębiorczości	30	3,0	16	14					30	+	3																	WLO	
6	Wprowadzenie do informatyki	36	3,0	14	22					36	+	3																	WCY	
7	Wprowadzenie do studiowania	6	0,5	6						6	+	0,5																	WCY	
8	Wybrane zagadnienia prawa	18	1,5	14	4					18	+	1,5																	WLO	
9	Bezpieczeństwo i higiena pracy	4		4						4	+																		BHP	
10	Przedmiot społeczno-humanistyczny do wyboru: Historia Polski/Filozofia/Podstawy edukacji muzycznej	30	2,0	16	14								30	+	2														WLO	
B. Grupa treści kształcenia podstawowego		1744	142,0	844	450	418	20	12		190	17,0	290	26,0	374	28,0	334	28,0	242	20,0	164	14,0	106	7,0			44,0	2,0			
1	Matematyka 1	68	6,0	30	38					68	x	6																	WCY	
2	Matematyka 2	68	6,0	34	34					68	x	6																	WCY	
3	Podstawy grafiki inżynierskiej	30	3,0	12	18					30	+	3																	WIM	
4	Wprowadzenie do metrologii	24	2,0	12	12					24	+	2																	WEL	
5	Analiza matematyczna	46	4,0	22	24							46	+	4															WCY	
6	Geometria różniczkowa i analiza wektorowa	30	3,0	14	16							30	+	3															WCY	
7	Analiza zespolona	30	3,0	14	16							30	+	3															WCY	
8	Równania różniczkowe cząstkowe	44	4,0	22	22							44	x	4															WCY	
9	Fizyka 1	80	6,0	40	30	10						80	x	6															WTC	
10	Elektroniczna aparatura pomiarowa	30	3,0	10		20						30	+	3															WEL	
11	Podstawy przetwarzania sygnałów	30	3,0	18	12							30	+	3															WEL	
12	Fizyka 2	60	5,0	30	20	10								60	x	5													WTC	
13	Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna	60	5,0	28	6	26								60	x	5													WCY	
14	Elektrotechnika	44	3,0	18	10	16								44	+	3													WEL	
15	Technologie półprzewodnikowe	60	4,0	32		28								60	x	4													WTC	
16	Metody i techniki programowania komputerów	60	4,0	24		36								60	+	4													WCY	
17	Mechanika techniczna z wytrzymałością materiałów	60	5,0	30	20	10								60	+	5													WIM	
18	Zaawansowane materiały inżynierskie	60	5,0	28		32								30	+	2	30	x	3										WTC	
19	Fizyka 3	94	8,0	40	30	12		12								94	x	8											WTC	
20	Informatyka kwantowa	30	3,0	14	16											30	+	3											WCY	
21	Modulacja i detekcja promieniowania optycznego	92	8,0	46	10	36										92	x	8											IOE	
22	Współczesna inżynieria elektroniki analogowej	44	3,0	24		20										44	x	3											WEL	
23	Wprowadzenie do telekomunikacji	44	3,0	24		20										44	+	3											WEL	
24	Technika wielkich częstotliwości	30	2,0	16	6	8											30	+	2										WEL	
25	Podstawy optyki	44	4,0	18	18	8											44	+	4										IOE	
26	Elektronika kwantowa	64	5,0	36	16	12											64	x	5										IOE	
27	Technika cyfrowa	60	5,0	32		28											60	x	5										WEL	
28	Sensory i przetworniki	44	4,0	24			20										44	#+	4										WEL	
29	Termodynamika	44	4,0	20	12	12													44	+	4								WML	
30	Metody numeryczne	60	5,0	30		30													60	+	5								WCY	
31	Źródła promieniowania elektromagnetycznego	60	5,0	34	14	12													60	+	5								IOE	
32	Chemia	46	3,0	20	10	16															46	+	3						WTC	
33	Automatyka i robotyka	60	4,0	26	18	16															60	+	4						WML	
34	Analiza funkcjonalna i optymalizacja	44	2,0	22	22																			44	x	2			WCY	
C. Grupa treści kształcenia kierunkowego		654	47	290	58	240	38	28									120	10,0	200	16,0	88	6,0	200,0	12,0	46,0	3,0				
1	Technologie telekomunikacyjne	60	5,0	44		16											60	x	5										WEL	
2	Eksploracja danych	60	5,0	20		20	20										60	#+	5										WCY	
3	Internet rzeczy i usługi chmurowe	60	5,0	28		32													60	+	5								WCY	
4	Sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe	60	5,0	30		30																								

PLAN STACJONARNYCH JEDNOLITYCH STUDIÓW MAGISTERSKICH O PROFILU OGÓLNOAKADEMICKIM																												
DYSCYPLINA: AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA, ELEKTROTECHNIKA I TECHNOLOGIE KOSMICZNE																												
KIERUNEK STUDIÓW: TECHNOLOGIE PRZEŁOMOWE																												
SPECJALNOŚĆ: SYSTEMY MECHATRONICZNE																												
początek 2023 rok																												
GRUPY ZAJĘĆ / PRZEDMIOTY		ogółem godzin/ pkt ECTS		w tym godzin:					liczba godzin/rygor/pkt ECTS w semestrze:																		jednostka organizacyjna administrująca odpowiedzialna za przedmiot	
		I. godz	ECTS	wykl.	ćwicz.	lab.	projekt	semin.	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX			X
A. Grupa treści kształcenia ogólnego		336	21,0	96	240				186	13,0	90	4,0	30	2,0	30	2,0												
1	Język obcy	120	8,0		120				30	+	2	30	+	2	30	+	2											SJO
2	Wychowanie fizyczne	60			60				30	+		30	+															SWF
3	Etyka zawodowa	18	1,5	14	4				18	+	1,5																	WLO
4	Ochrona własności intelektualnych	14	1,5	12	2				14	+	1,5																	WLO
5	Podstawy zarządzania i przedsiębiorczości	30	3,0	16	14				30	+	3																	WLO
6	Wprowadzenie do informatyki	36	3,0	14	22				36	+	3																	WCY
7	Wprowadzenie do studiowania	6	0,5	6					6	+	0,5																	WCY
8	Wybrane zagadnienia prawa	18	1,5	14	4				18	+	1,5																	WLO
9	Bezpieczeństwo i higiena pracy	4		4					4	+																		BHP
10	Przedmiot społeczno-humanistyczny do wyboru: Historia Polski/Filozofia/Podstawy edukacji muzycznej	30	2,0	16	14							30	+	2														WLO
B. Grupa treści kształcenia podstawowego		1744	142,0	844	450	418	20	12	190	17,0	290	26,0	374	28,0	334	28,0	242	20,0	164	14,0	106	7,0			44,0	2,0		
1	Matematyka 1	68	6,0	30	38				68	x	6																	WCY
2	Matematyka 2	68	6,0	34	34				68	x	6																	WCY
3	Podstawy grafiki inżynierskiej	30	3,0	12	18				30	+	3																	WIM
4	Wprowadzenie do metrologii	24	2,0	12	12				24	+	2																	WEL
5	Analiza matematyczna	46	4,0	22	24							46	+	4														WCY
6	Geometria różniczkowa i analiza wektorowa	30	3,0	14	16							30	+	3														WCY
7	Analiza zespolona	30	3,0	14	16							30	+	3														WCY
8	Równania różniczkowe cząstkowe	44	4,0	22	22							44	x	4														WCY
9	Fizyka 1	80	6,0	40	30	10						80	x	6														WTC
10	Elektroniczna aparatura pomiarowa	30	3,0	10		20						30	+	3														WEL
11	Podstawy przetwarzania sygnałów	30	3,0	18	12							30	+	3														WEL
12	Fizyka 2	60	5,0	30	20	10									60	x	5											WTC
13	Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna	60	5,0	28	6	26						60	x	5														WCY
14	Elektrotechnika	44	3,0	18	10	16						44	+	3														WEL
15	Technologie półprzewodnikowe	60	4,0	32		28						60	x	4														WTC
16	Metody i techniki programowania komputerów	60	4,0	24		36						60	+	4														WCY
17	Mechanika techniczna z wytrzymałością materiałów	60	5,0	30	20	10						60	+	5														WIM
18	Zaawansowane materiały inżynierskie	60	5,0	28		32						30	+	2	30	x	3											WTC
19	Fizyka 3	94	8,0	40	30	12		12							94	x	8											WTC
20	Informatyka kwantowa	30	3,0	14	16										30	+	3											WCY
21	Modulacja i detekcja promieniowania optycznego	92	8,0	46	10	36									92	x	8											IOE
22	Współczesna inżynieria elektroniki analogowej	44	3,0	24		20									44	x	3											WEL
23	Wprowadzenie do telekomunikacji	44	3,0	24		20									44	+	3											WEL
24	Technika wielkich częstotliwości	30	2,0	16	6	8										30	+	2										WEL
25	Podstawy optyki	44	4,0	18	18	8										44	+	4										IOE
26	Elektronika kwantowa	64	5,0	36	16	12										64	x	5										IOE
27	Technika cyfrowa	60	5,0	32		28										60	x	5										WEL
28	Sensory i przetworniki	44	4,0	24			20									44	#+	4										WEL
29	Termodynamika	44	4,0	20	12	12												44	+	4								WML
30	Metody numeryczne	60	5,0	30		30												60	+	5								WCY
31	Źródła promieniowania elektromagnetycznego	60	5,0	34	14	12												60	+	5								IOE
32	Chemia	46	3,0	20	10	16														46	+	3						WTC
33	Automatyka i robotyka	60	4,0	26	18	16														60	+	4						WML
34	Analiza funkcjonalna i optymalizacja	44	2,0	22	22																		44	x	2			WCY
C. Grupa treści kształcenia kierunkowego		654	47	290	58	240	38	28									120	10,0	200	16,0	88	6,0	200,0	12,0	46,0	3,0		
1	Technologie telekomunikacyjne	60	5,0	44		16											60	x	5									WEL
2	Eksploracja danych	60	5,0	20		20	20										60	#+	5									WCY
3	Internet rzeczy i usługi chmurowe	60	5,0	28		32													60	+	5							WCY
4	Sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe	60	5,0	30		30													60	x	5							WCY
5	Technologie teledetekcyjne	80	6,0	30	20	30													80	x	6							IOE
6	Technologie przetwarzania energii	44	3,0	22																								

DYSCYPLINA: AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA, ELEKTROTECHNIKA I TECHNOLOGIE KOSMICZNE

**KIERUNEK STUDIÓW: TECHNOLOGIE PRZEŁOMOWE
SPECJALNOŚĆ: INŻYNIERIA ŁADOWA I GEOPRZESTRZENNA**

początek 2023 rok

Plan studiów ustalony przez Senat WAT w dniu 30 marca 2023 r.