

**WOJSKOWA AKADEMIA TECHNICZNA
im. Jarosława Dąbrowskiego**

Wydział Elektroniki

PROGRAM STUDIÓW

Poziom studiów: studia drugiego stopnia

Kierunek studiów: MIKROELEKTRONIKA

Profil studiów: OGÓLNOAKADEMICKI

Forma studiów: STACJONARNA

***Uchwała Senatu Wojskowej Akademii Technicznej
im. Jarosława Dąbrowskiego
nr 114/WAT/2022 z dnia 22 czerwca 2023 r.***

Obowiązuje od roku akademickiego 2023/2024

Warszawa

2023

Spis treści

1.	PROGRAM STUDIÓW - ZAŁOŻENIA ORGANIZACYJNE.....	3
2.	CHARAKTERYSTYKA KIERUNKU STUDIÓW	4
3.	REALIZACJA STUDIÓW	5
4.	SYLWETKA OSOBOWO - ZAWODOWA ABSOLWENTA	6
5.	OPIS ZAKŁADANYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	7
6.	GRUPY ZAJĘĆ / PRZEDMIOTY , ICH SKRÓCONE OPISY, PRZYPISANE DO NICH PUNKTY ECTS I EFEKTY UCZENIA.....	11
7.	SPOSOBY WERYFIKACJI I OCENY EFEKTÓW UCZENIA SIĘ OSIĄGNIĘTYCH PRZEZ STUDENTA W TRAKCIE CAŁEGO CYKLU KSZTAŁCENIA	21
8.	PLAN STUDIÓW	22
9.	ZAŁĄCZNIKI	
	Załącznik A. Opinia Wydziałowej Rady ds. Kształcenia	23
	Załącznik B. Opinia Rady Studentów Wydziału Elektroniki	24

**PROGRAM STUDIÓW
założenia organizacyjne**

dla kierunku studiów „mikroelektronika”

Poziom studiów	studia drugiego stopnia
Profil studiów	ogólnoakademicki
Forma(y) studiów	stacjonarna
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom	magister inżynier
Poziom Polskiej Ramy Kwalifikacji	poziom 7

Kierunek studiów przyporządkowany jest do:

Dziedzina nauki	nauki inżynieryjno-techniczne
Dyscyplina naukowa	automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne
Język studiów	polski
Liczba semestrów	trzy
Łączna liczba godzin	942

Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów 90 pkt.

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

- **prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia 46,5 pkt.**
- **z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych 5 pkt.**

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

- **program studiów nie przewiduje realizacji praktyk**

CHARAKTERYSTYKA KIERUNKU STUDIÓW

Kierunek studiów Mikroelektronika jest przyporządkowany do dziedziny nauk inżyniersko-technicznych, dyscypliny *automatyka, elektronika i elektrotechnika*. Kształcenie odbywa się na studiach o profilu ogólnoakademickim w ramach studiów stacjonarnych II-go stopnia dla studentów cywilnych. Przyjęte w programie studiów efekty uczenia się uwzględniają charakterystyki drugiego stopnia określone w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 3 tej ustawy (rozp. 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). Program zawiera również efekty uczenia umożliwiające uzyskanie kompetencji inżynierskich, określonych w ww. rozporządzeniu. Studia trwają półtora roku, obejmują 3 semestry i są przeznaczone dla osób cywilnych. Koncepcja studiów bazuje na kształceniu zgodnym z zapotrzebowaniem rynku pracy. W ramach kształcenia podstawowego realizowane są przedmioty z zakresu technologii półprzewodnikowych oraz projektowania układów scalonych. Kształcenie podstawowe uzupełnione jest o metody numeryczne, rachunek prawdopodobieństwa i statystykę matematyczną. Przedmioty kierunkowe dotyczą układów programowalnych, mikroprocesorów, interfejsów komunikacyjnych, przetwarzania analogowo-cyfrowego, układów zasilania oraz technologii kwantowych. Pozostałe treści specjalistyczne dotyczą przedmiotów wybieralnych z szerokiego spektrum zagadnień mikroelektronicznych i pokrewnych. Zagadnienia te obejmują między innymi elementy zaawansowanych systemów cyfrowych, w tym energooszczędnych, aplikacji systemów mikroelektronicznych oraz programowania i uczenia maszynowego. Osiągnięcie zakładanych efektów uczenia się umożliwia absolwentom podejmowanie pracy w instytucjach związanych z mikroelektroniką, w tym w biurach projektowych i badawczo-rozwojowych przedsiębiorstwach oraz w instytucjach naukowo-badawczych. Studia kończy obrona pracy dyplomowej, a absolwenci uzyskują tytuł magistra inżyniera. Są też przygotowani do podjęcia studiów w szkołach doktorskich oraz prowadzenia badań naukowych.

REALIZACJA STUDIÓW

Kierunek studiów Mikroelektronika, prowadzony jest na Wydziale Elektroniki i we współpracy z Wydziałem Cybernetyki, Wydziałem Nowych Technologii i Chemii oraz Instytutem Optoelektroniki. Studia są realizowane według załączonego planu studiów tylko dla studentów cywilnych. Zajęcia są prowadzone w formie wykładów, ćwiczeń rachunkowych i laboratoryjnych, projektów oraz seminariów. Nie przewiduje się realizacji praktyk.

SYLWETKA OSOBOWO - ZAWODOWA ABSOLWENTA

Kierunek studiów II stopnia Mikroelektronika w Wojskowej Akademii Technicznej jest odpowiedzią na wzrastające zapotrzebowanie na specjalistów posiadających wiedzę z zakresu mikroelektroniki i zagadnień pokrewnych oraz umiejętności ich praktycznego wykorzystania. Absolwenci kierunku Mikroelektronika otrzymają wykształcenie i umiejętności praktyczne pozwalające na wykorzystanie najnowszych technologii, technik i metod w zakresie projektowania, programowania i użytkowania systemów mikroelektronicznych.

Absolwent studiów na kierunku Mikroelektronika, w ramach prowadzonych zajęć poznaje zagadnienia związane między innymi z zakresu technologii półprzewodnikowych, projektowania układów scalonych i systemów mikroelektronicznych, układów programowalnych, mikroprocesorów oraz układów zasilania i sposobów oszczędzania energii. Absolwent zdobywa także wiedzę z zakresu zagadnień pokrewnych, np. technologii kwantowych, uczenia maszynowego i nowoczesnych technik programistycznych.

Absolwent studiów na kierunku Mikroelektronika uzyskuje kwalifikacje zgodne z Polską Ramą Kwalifikacji na poziomie 7. Zna i rozumie w pogłębiony sposób zagadnienia dotyczące mikroelektroniki oraz jej główne tendencje rozwojowe. Potrafi samodzielnie i w zespole zaprojektować złożony system mikroelektroniczny i dokonać jego analizy, korzystając z dostępnych źródeł informacji, w tym anglojęzycznych, oraz narzędzi programowych i sprzętowych. Potrafi również formułować i weryfikować hipotezy związane z problemami badawczymi oraz prezentować i omawiać uzyskane wyniki. Posiada kompetencje do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści, współdziałania w zespołach projektowych, brania odpowiedzialności w pełnionych rolach zawodowych oraz jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy.

Absolwent studiów na kierunku Mikroelektronika jest przygotowany do podjęcia pracy w instytucjach naukowo-badawczych i przedsiębiorstwach związanych z mikroelektroniką oraz biurach projektowych i badawczo-rozwojowych.

OPIS ZAKŁADANYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

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 inżynierskich

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_WG - kod składnika opisu charakterystyk drugiego stopnia dla kwalifikacji na poziomie 7 Polskiej Ramy Kwalifikacji.

symbol i numer efektu	opis zakładanych efektów uczenia się	kod składnika opisu
WIEDZA Absolwent:		
K_W01	ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie niektórych działów matematyki, obejmujących elementy analizy matematycznej, statystyki, metod numerycznych, niezbędne do: modelowania i analizy działania zaawansowanych elementów analogowych i cyfrowych układów elektronicznych, a także zjawisk fizycznych w nich występujących; opisu i analizy działania oraz syntezy złożonych systemów elektronicznych, w tym systemów zawierających układy programowalne i specjalizowane	P7S_WG
K_W02	ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie niektórych działów fizyki, obejmujących elementy fizyki kwantowej, fotoniki, fizyki ciała stałego, w szczególności materiałów półprzewodnikowych, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia zjawisk fizycznych mających istotny wpływ na właściwości nowych materiałów i działanie zaawansowanych elementów elektronicznych	P7S_WG
K_W03	ma pogłębioną, uporządkowaną wiedzę w zakresie procesów wytwarzania elementów, układów scalonych i mikrosystemów, a także wpływu parametrów tych procesów na parametry konstrukcyjne i użytkowe wytwarzanych obiektów; ma podstawową wiedzę w zakresie nanotechnologii	P7S_WG
K_W04	ma pogłębioną wiedzę na temat procesów fizycznych i chemicznych w technologiach produkcji układów VLSI, zna techniki projektowania układów zasilania w tym pod kątem energooszczędności	P7S_WG P7S_WK Inż_P7S_WG Inż_P7S_WK
K_W05	ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie komponentów wchodzących w skład systemu mikroprocesorowego, a w szczególności przetworników analogowo-cyfrowych, wzmacniaczy, układów pomiarowych, układów zasilania i układów komunikacyjnych	P7S_WG
K_W06	rozumie metodykę projektowania złożonych analogowych, cyfrowych i mieszanych układów elektronicznych (również w wersji scalonej) oraz systemów elektronicznych; zna języki opisu sprzętu i komputerowe narzędzia do projektowania i symulacji układów i systemów	P7S_WG
K_W07	ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie architektury systemów mikroprocesorowych oraz technik wytwarzania i testowania oprogramowania układowego	P7S_WG
K_W08	zna podstawowe paradygmaty programowania oraz czynności i narzędzia procesu wytwarzania oprogramowania	P7S_WK Inż_P7S_WK
K_W09	ma pogłębioną wiedzę w zakresie inżynierii oprogramowania, w tym budowania aplikacji wielowątkowych oraz cyklu życia oprogramowania	P7S_WG P7S_WK Inż_P7S_WG Inż_P7S_WK

symbol i numer efektu	opis zakładanych efektów uczenia się	kod składnika opisu
K_W10	zna podstawowe procesy zachodzące w cyklu życia urządzenia, obiektów i systemów technicznych	Inż_P7S_WG
K_W11	zna i rozumie zaawansowane metody sztucznej inteligencji stosowane w układach i systemach elektronicznych; ma wiedzę o najistotniejszych nowych osiągnięciach w zakresie mikroelektroniki	P7S_WG P7S_WK Inż_P7S_WK
K_W12	rozumie główne tendencje rozwojowe w zakresie mikroelektroniki i kierunków rozwoju nowoczesnych gałęzi elektroniki	P7S_WG
K_W13	rozumie fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji	P7S_WK
K_W14	zna ekonomiczne, prawne, etyczne i inne uwarunkowania działalności zawodowej, w tym zasady ochrony własności przemysłowej i praw autorskich	P7S_WK
K_W15	zna podstawowe zasady tworzenia i rozwoju różnych form indywidualnej przedsiębiorczości	P7S_WK Inż_P7S_WK
UMIEJĘTNOŚCI Absolwent:		
K_U01	potrafi wykorzystywać posiadaną wiedzę pozwalającą na rozwiązywanie złożonych problemów przez dobór właściwych źródeł literaturowych, które potrafi ocenić, przeanalizować i dokonać syntezy potrzebnych informacji	P7S_UW
K_U02	potrafi wykorzystywać posiadaną wiedzę pozwalającą na rozwiązywanie złożonych problemów przez dobór właściwych metod i narzędzi, w tym zaawansowanych technik informacyjno-komunikacyjnych	P7S_UW
K_U03	potrafi wykorzystać poznane metody i modele matematyczne, w razie potrzeby odpowiednio je modyfikując, do realizacji projektów w obszarze mikroelektroniki	P7S_UW
K_U04	potrafi projektować elementy elektroniczne, analogowe, cyfrowe i mieszane układy elektroniczne (także w wersji scalonej) oraz systemy elektroniczne, z uwzględnieniem zadanych kryteriów użytkowych i ekonomicznych, w razie potrzeby przystosowując istniejące lub opracowując nowe metody projektowania lub komputerowe narzędzia wspomagania projektowania (CAD); potrafi projektować układy i systemy elektroniczne przeznaczone do różnych zastosowań	Inż_P7S_UW P7S_UW
K_U05	potrafi wytworzyć oprogramowanie zgodnie ze specyfikacją, korzystać z narzędzi wspierających proces projektowania i zarządzania oprogramowaniem	P7S_UW

symbol i numer efektu	opis zakładanych efektów uczenia się	kod składnika opisu
K_U06	potrafi ocenić i porównać rozwiązania projektowe oraz procesy wytwarzania elementów i układów elektronicznych, ze względu na zadane kryteria użytkowe i ekonomiczne; potrafi zaproponować ulepszenia istniejących rozwiązań projektowych i modeli elementów, układów i systemów elektronicznych	P7S_UU Inż_P7S_UW P7S_UW Inż_P7S_UW
K_U07	potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami badawczymi/wdrożeniowymi	P7S_UW
K_U08	potrafi opracować szczegółową dokumentację wyników realizacji eksperymentu, zadania projektowego lub badawczego	P7S_UK
K_U09	potrafi komunikować się i debatować na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców z użyciem specjalistycznej terminologii	P7S_UK
K_U10	potrafi posługiwać się językiem obcym na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego oraz specjalistyczną terminologią	P7S_UK
K_U11	ma przygotowanie niezbędne do pracy w środowisku przemysłowym oraz zna zasady bezpieczeństwa związane z tą pracą	P7S_UO Inż_P7S_UO
K_U12	potrafi kierować pracą zespołu w sposób zapewniający realizację zadania w założonym terminie; potrafi współdziałać z innymi osobami w ramach pracy zespołowych i podejmować wiodącą rolę w zespołach	P7S_UO
K_U13	potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia	P7S_UU Inż_P7S_UU
KOMPETENCJE SPOŁECZNE Absolwent:		
K_K01	jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści	P7S_KK
K_K02	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_K03	jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy	P7S_KO
K_K04	prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykonywaniem zawodu	P7S_KR
K_K05	potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role	P7S_KR

**Grupy zajęć / przedmioty¹, 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	<p>Bezpieczeństwo i higiena pracy</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u> BHP w obowiązującym stanie prawnym. Zasady bezpieczeństwa i higieny pracy (nauki)-reguły bezpiecznego postępowania, wymagane przy wykonywaniu określonej pracy (czynności), wynikające z przesłanek naukowych i technicznych. Ochrona przed zagrożeniami dla zdrowia i bezpieczeństwa studentów. Stosowanie środków ochrony indywidualnej na zajęciach (ćwiczeniach). Ubezpieczenia od następstw nieszczęśliwych wypadków. Postępowanie w razie wypadków I w sytuacjach zagrożeń. Zasady udzielania pierwszej pomocy przedlekarskiej.</p>	0		K_W13 K_W14 K_U11 K_K04
2	<p>Narzędzia pracy zespołowej</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u> Cel i zastosowanie narzędzi pracy zespołowej. Popularne techniki moderowania pracy zespołu. Ramy czasowe projektu - wykres Gantta. Bilans nakładu pracy. Etapy realizacji projektu systemu telekomunikacyjnego. Rodzaje: projektów, zebrań zespołów projektowych, raportów. Przegląd sprzętowych i programowych narzędzi do efektywnego prowadzenia projektu: Leanstack, Moodle, Doodle, Phabricator, GitLab, Wrike, Kan.B0. Narzędzia klasy open source oraz enterprise. Wirtualizacja środowiska pracy/VPN. Zasoby własne/zasoby instytucji. Komunikacja w zespole oparciu o komunikatory: Slack, Join.me, Google Hangouts, Skype, WebEx. Laboratorium: praca w zespołach przy konfiguracji i wykorzystaniu praktycznym narzędzi programowych i sprzętowych do opracowania: założeń projektowych, przeprowadzenia bilansu nakładu pracy, realizacji, wersjonowania, archiwizacji oraz dystrybucji oprogramowania oraz do komunikacji w zespole.</p>	2,0	ITT	K_W10 K_W12 K_U02 K_U09 K_U12 K_K01 K_K02 K_K04 K_K05
3	<p>Kierowanie zespołami ludzkimi</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u> Wprowadzenie studentów w podstawowe zagadnienia problematyki kierowania ludźmi we współczesnych organizacjach. Przedstawienie metod i technik pracy z ludźmi, stosowanych w praktyce kierowniczej oraz sposobów doskonalenie umiejętności kierowania zespołami ludzkimi.</p>	3,0	NZJ	K_W13 K_W14 K_W15 K_U09 K_U12 K_K04 K_K05

¹ karty informacyjne przedmiotów są opracowywane i udostępniane w terminie 30 dni przed rozpoczęciem semestru, w którym jest realizowany przedmiot

lp.	nazwa grupy zajęć nazwa przedmiotu: skrócony opis (program ramowy)	liczba pkt ECTS	kod dyscypliny	odniesienie do efektów kierunkowych
4	<p>Język obcy</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u></p> <p>Język / styl / słownictwo akademickie poziom B2+. Konsolidacja gramatyki dla potrzeb czytania, słuchania, mówienia i pisania akademickiego: czytanie ze zrozumieniem tekstów technicznych (definicje, abstrakty, publikacje naukowe, artykuły etc). Sztuka ustnej prezentacji.</p>	2,0	J	K_U10
5	<p>Przedsiębiorczość i zarządzanie</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u></p> <p>Istota, znaczenie i rodzaje przedsiębiorczości. Cechy dobrego przedsiębiorcy. Przedsiębiorczość a innowacyjność. Formy prawno-organizacyjne przedsiębiorstw w Polsce. Zasady tworzenia małych i średnich firm. Zarządzanie organizacją: planowanie działań i podejmowanie decyzji, organizowanie, kierowanie ludźmi i kontrolowanie. Analiza otoczenia przedsiębiorstwa. Zasady przygotowania biznesplanów. Finanse i marketing w zarządzaniu małymi i średnimi firmami.</p>	2,0	NZJ	K_W15 K_U07 K_U12 K_U13 K_K03 K_K05
grupa treści kształcenia podstawowego przedmioty podstawowe				
1	<p>Technologia elementów półprzewodnikowych</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u></p> <p>Omówienie elementów półprzewodnikowych (złącza p-n, heterozłącza, studnie kwantowe, tranzystory). Wytwarzanie monokryształów, wytwarzanie złącz p-n metodą dyfuzji domieszek oraz implantacji jonów. Metody epitaksjalne stosowane w przemyśle elektronicznym. Fotolitografia, elektronolitografia, rentgenolitografia. Metody wytrawiania materiałów półprzewodnikowych (mokre trawienie chemiczne, reaktywne trawienie jonowe). Metody nanoszenia warstw dielektrycznych. Metody nanoszenia warstw metalicznych. Metody otrzymywania materiałów 2D. Montaż elementów półprzewodnikowych. Wzrost struktur epitaksjalnych stosowanych w przemyśle elektronicznym (metody MOCVD, MBE – w oparciu o laboratorium WAT-VIGO). Processing materiałów półprzewodnikowych: fotolitografia, trawienie chemiczne, reaktywne trawienie jonowe.</p>	2,0	AEEITK	K_W02 K_W03 K_W04 K_W12 K_U06 K_U09 K_U11 K_U13 K_K05

lp.	nazwa grupy zajęć nazwa przedmiotu: skrócony opis (program ramowy)	liczba pkt ECTS	kod dyscypliny	odniesienie do efektów kierunkowych
2	<p>Podstawy projektowanie układów VLSI 1</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u></p> <p>Cykl projektowo-wytwórczy układów VLSI. Technologie wytwarzania układów VLSI. Reguły projektowania układów VLSI. Zasady projektowania topografii układów scalonych. Projekty topograficzne zasadniczych elementów elektronicznych. Sposoby rozprowadzania zasilania i dystrybucji sygnałów wysokiej częstotliwości. Standardy sygnałów wejściowych i wyjściowych. Modele elementów do symulacji komputerowej. Narzędzia projektowe.</p>	2,0	AEEiTK	K_W01 K_W03 K_W06 K_U04 K_U08 K_K05
3	<p>Podstawy projektowanie układów VLSI 2</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u></p> <p>Budowa standardowych bramek logicznych i bloków funkcjonalnych. Charakterystyki stałoprądowe i czasowe bramek logicznych. Skalowanie tranzystorów. Projektowanie topografii standardowych bramek logicznych. Analiza poboru mocy w układach cyfrowych. Projektowanie układów kombinacyjnych i sekwencyjnych. Połączenia wewnątrzukładowe i zewnętrzne. Skalowanie technologii i aspekty ekonomiczne.</p>	4,0	AEEiTK	K_W01 K_W06 K_W12 K_U01 K_U03 K_U04 K_U08 K_U09 K_U12 K_K01 K_K02 K_K05
4	<p>Metody numeryczne</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u></p> <p>Istota metod numerycznych. Metody rozwiązywania podstawowych modeli matematycznych z wykorzystaniem techniki komputerowej tj. rozwinięcie w szereg Taylora, schemat Hornera. Rozwiązywanie układu równań liniowych, poszukiwanie pierwiastków równania nieliniowego metodami numerycznymi. Interpolacja, aproksymacja, całkowanie oraz różniczkowanie numeryczne. Zawansowanie metod numerycznych do modelowania przestrzeni elektromagnetycznej oraz w analizie obwodów i sygnałów.</p>	2,0	AEEiTK	K_W01 K_U01 K_U02 K_U03 K_K05
5	<p>Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u></p> <p>Przedmiot służy do zrozumienia przez studentów wybranych pojęć i zagadnień statystyki matematycznej i nabycia wiedzy o najważniejszych metodach wnioskowania statystycznego.</p>	4,0	M	K_W01 K_U02 K_U03 K_U07 K_U08 K_K02
grupa treści kształcenia kierunkowego przedmioty kierunkowe				

lp.	nazwa grupy zajęć nazwa przedmiotu: skrócony opis (program ramowy)	liczba pkt ECTS	kod dyscypliny	odniesienie do efektów kierunkowych
1	<p>Programowalne układy cyfrowe</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u></p> <p>W ramach przedmiotu prezentowane są szczegółowe treści dotyczące budowy i sposobów konfigurowania wybranych układów programowalnych. Omawiane są budowa, funkcjonalności i sposoby konfigurowania wybranych bloków IP. Realizowane są projekty układów cyfrowych z zastosowaniem bloków IP.</p>	4,0	AEEiTK	K_W06 K_W11 K_W12 K_U02 K_U04 K_U09 K_K01 K_K05
2	<p>Zasilanie układów mikroelektronicznych</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u></p> <p>Pozyskiwanie energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych. Magazynowanie energii elektrycznej. Wykorzystanie technologii energy harvesting w układach zasilania. Przetwarzanie energii elektrycznej na potrzeby zasilania układów mikroelektronicznych. Zakłócenia i zabezpieczenia stosowane w układach zasilania.</p>	2,0	AEEiTK	K_W04 K_W05 K_W12 K_U01 K_U04 K_U06 K_K01 K_K05
3	<p>Microprocessor architecture (pl. Architektura mikroprocesorów)</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u></p> <p>Przedmiot dotyczy mikroprocesorów z architekturą x86-64 (CISC) oraz rodziny ARM (RISC). Rozwój mikroprocesorów, technologie ich wytwarzania oraz budowa. Analiza modelu programowego ISA procesorów CISC/RISC (rozkazy, typy danych, tryby adresowania, rejestry, sterowanie). Konfrontacja architektury CISC z architekturą RISC. Współpraca procesorów z pamięcią operacyjną i urządzeniami I/O. Przykłady zastosowania współczesnych procesorów na tle najnowszych rozwiązań w sektorze IT. Zajęcia laboratoryjne: technika mikroprogramowania (cykl rozkazowy, tryby adresowania, instrukcje arytmetyczne i logiczne, rozkazy przesłań i skoków) procesorów x86. Elementy programowania procesorów RISC w assemblerze, z uwzględnieniem przetwarzania potokowego oraz związanych z tym hazardów (danych, strukturalnych i sterowania).</p>	2,0	ITT	K_W05 K_W07 K_U01 K_U05 K_K01 K_K05
4	<p>Kwantowe technologie informatyczne</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u></p> <p>Podstawy technologii kwantowych: kubity, generacja promieniowania jednofotonowego, podstawy obliczeń kwantowych, detekcja promieniowania jednofotonowego. Komputery kwantowe: rodzaje komputerów kwantowych, optoelektroniczne systemy dedykowane do pułapek jonowych, bramki kwantowe, algorytmy kwantowe. Dystrybucja klucza kwantowego: systemy QKD, protokoły wymiany klucza, hakowanie kwantowe, przeciwdziałanie atakom na układ QKD. Kwantowa generacja liczb losowych: sposoby generacji liczb losowych, weryfikacja losowości generowanych ciągów losowych, komputer kwantowy jako szczególny przypadek generatora liczb losowych.</p>	2,0	AEEiTK	K_W02 K_W12 K_U01 K_K01



lp.	nazwa grupy zajęć nazwa przedmiotu: skrócony opis (program ramowy)	liczba pkt ECTS	kod dyscypliny	odniesienie do efektów kierunkowych
5	<p>Przetworniki analogowo-cyfrowe</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u></p> <p>W ramach przedmiotu prezentowane są informacje dotyczące budowy i właściwości przetworników analogowo-cyfrowych. Przedstawiona jest analiza błędów oraz ograniczenia analogowych i cyfrowych metod konwersji. Prezentowane są również interpolacyjne metody konwersji czasowo-cyfrowej. Omawiane są realizacje przetworników w technologiach CMOS FPGA i CMOS ASIC.</p>	2,0	AEEITK	K_W01 K_W05 K_W06 K_U01 K_U03 K_U04 K_U08 K_U09 K_U12 K_K01 K_K02 K_K05
6	<p>Interfejsy komunikacji wewnątrz i międzyukładowej</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u></p> <p>Przewodowe systemy transmisji danych. Magistrale wewnętrzne w systemach wbudowanych FPGA Xilinx i Intel. Interfejsy magistral USB i Ethernet. Magistrale dysków SSD i pamięci FLASH.</p>	2,0	AEEITK	K_W05 K_W06 K_W07 K_W12 K_U04 K_U08 K_U09 K_K01 K_K02 K_K05
grupa treści kształcenia wybieralnego przedmioty wybieralne				
1	<p>Programowanie w języku Python</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u></p> <p>Wprowadzenie do języka Python. Konfiguracja środowiska programowania i wykonywania dla języka Python. Semantyka i syntaktyka języka Python. Paradygmaty programowania w języku Python: proceduralne, obiektowe, funkcyjne. Podstawy obsługi i analizy zbiorów danych. Wybrane funkcje i biblioteki uczenia maszynowego.</p>	2,0	ITT	K_W08 K_W09 K_U05 K_K01 K_K05
2	<p>Programowanie wysokopoziomowe</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u></p> <p>Pojęcia podstawowe języków i technik programowania. Proces generowania kodu programu w architekturze komputera klasycznego, na maszynach wirtualnych oraz poprzez interpretery. Współczesne paradygmaty programowania wysokopoziomowego. Podstawy algorytmiki i analizy złożoności programów. Wprowadzenie do wybranego języka programowania wysokiego poziomu. Semantyka i syntaktyka wybranego języka programowania. Efektywne struktury danych. Biblioteki programowe w zagadnieniach sieciowych, obsługi sprzętu oraz Internetu Rzeczy.</p>	2,0	ITT	K_W08 K_W09 K_U02 K_U05 K_K01 K_K05

lp.	nazwa grupy zajęć nazwa przedmiotu: skrócony opis (program ramowy)	liczba pkt ECTS	kod dyscypliny	odniesienie do efektów kierunkowych
3	<p>Projektowanie oprogramowania układowego</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u></p> <p>Języki programowania mikrokontrolerów. Środowiska programistyczne do tworzenia oprogramowania mikrokontrolerów. Kompilatory i optymalizacja procesu kompilacji. Bootloadery. Programowanie w wielkiej pętli. Programowanie z użyciem systemu operacyjnego. Biblioteki do obsługi urządzeń peryferyjnych. Metody wersjonowania kodów źródłowych. Narzędzia programowe i sprzętowe wspomagające tworzenie, testowanie i aktualizację oprogramowania układowego.</p>	2,0	AEEiTK	K_W06 K_W07 K_W08 K_U01 K_U03 K_U05 K_U06 K_K01 K_K05
4	<p>Łączność bezprzewodowa krótkiego zasięgu</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u></p> <p>Klasyfikacja, opis techniczny, zastosowania, koegzystencja i bezpieczeństwo sieci standardów IEEE 802.15 oraz IEEE 802.11. Techniki radiowe stosowane w Internecie Rzeczy i sieciach sensorycznych. Techniki RFID i NFC. Sieci BAN, PAN i LAN. Tendencje rozwojowe.</p>	2,0	ITT	K_W05 K_W12 K_U01 K_U02 K_K01 K_K05
5	<p>Komputerowa analiza układów elektronicznych</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u></p> <p>Moduł służy poznaniu technik obliczeniowych (formuł matematycznych oraz algorytmów komputerowych) przeznaczonych do rozwiązywania (symulacji i analizy) obwodów elektronicznych. Przedstawiane techniki mają zastosowanie zarówno do obwodów prądu stałego, jak i zmiennego, analizowanych w dziedzinie czasu oraz częstotliwości</p>	2,0	AEEiTK	K_W01 K_W06 K_U02 K_U03 K_U04 K_U06 K_K05
6	<p>Podstawy cyberbezpieczeństwa</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u></p> <p>Rodzaje usług cyberbezpieczeństwa informacyjnego realizowanych w oparciu o systemy kryptograficzne: poufność, uwierzytelnienie podmiotów (wiadomości, urządzeń sieciowych), podpis cyfrowy z użyciem różnych algorytmów haszujących i szyfrów, integralność wiadomości. Ocena zagrożeń poprzez ulot informacji. Protokoły wsparcia bezpieczeństwa sieci IP (IPsec, IKE).</p>	2,0	ITT	K_W01 K_W12 K_W13 K_U01 K_U08 K_U09 K_U13 K_K01 K_K02 K_K05

lp.	nazwa grupy zajęć nazwa przedmiotu: skrócony opis (program ramowy)	liczba pkt ECTS	kod dyscypliny	odniesienie do efektów kierunkowych
7	<p>Charakteryzacja materiałów półprzewodnikowych</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u></p> <p>Podział metod eksperymentalnych służących badaniu materiałów i struktur półprzewodnikowych oraz ich ogólna charakterystyka. Mikroskopia optyczna, optyczna profilometria. Mikroskopia elektronowa, mikroskopia sił atomowych. Spektrofotometria, spektroskopia Ramana. Fotoluminescencja (PL). Efekt Halla. Dyfrakcja rentgenowska (XRD). Spektroskopia mas jonów wtórnych (SIMS). Spektroskopia DLTS. Charakteryzacja materiałów półprzewodnikowych metodami mikroskopii i profilometrii. Metody optyczne charakteryzacji materiałów półprzewodnikowych (spektrofotometria i fotoluminescencja). Metody elektryczne charakteryzacji materiałów półprzewodnikowych (pomiar efektu Halla).</p>	2,0	AEEiTK	<p>K_W02 K_W03 K_W04 K_W11 K_W12 K_U06 K_K05</p>
8	<p>Technika światłowodowa</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u></p> <p>Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z techniką światłowodową i podstawami technologii wytwarzania włókien cylindrycznych. Przedstawione zostaną zastosowania w telekomunikacji i aplikacjach czujnikowych. Zostaną omówione zasady propagacji światła w światłowodach oraz podstawowe zjawiska towarzyszące propagacji (tłumienie, dyspersja). Następnie zostanie omówiona budowa podstawowych rodzajów światłowodów oraz podstawowe elementy stosowane w technice światłowodowej (sprzęgacze i rozgałęziacze, modulatory, polaryzatory, multipleksery i demultipleksery, siatki Bragga, wzmacniacze). Uwaga zostanie skupiona na łączach światłowodowych oraz wybranych czujnikach (natężeniowych, fazowych (interferometrach światłowodowych) i polarymetrycznych). Zostaną przedstawione współczesne systemy światłowodowe i ich wybrane zastosowania. Zaprezentowane zostaną wybrane uwarunkowania analizy i projektowania torów światłowodowych.</p>	2,0	AEEiTK	<p>K_W02 K_W03 K_W11 K_W12 K_U02 K_U13 K_K05</p>
9	<p>Układy mikroelektroniczne w technice i medycynie</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u></p> <p>Charakterystyka wymagań dla układów mikroelektronicznych do zastosowań w technice i medycynie. Charakterystyka układów AFE (analog-front-end). Integracja układów AFE z systemem mikroprocesorowym. Projektowanie algorytmów sterowania i przetwarzania danych. Wybrane algorytmy wyznaczania parametrów życiowych. Omówienie wybranych projektów zastosowań układów mikroelektronicznych. Elementy zaawansowanego projektowania płytek drukowanych.</p>	2,0	AEEiTK	<p>K_W03 K_W06 K_W12 K_U01 K_U03 K_U06 K_U08 K_K01 K_K05</p>

lp.	nazwa grupy zajęć nazwa przedmiotu: skrócony opis (program ramowy)	liczba pkt ECTS	kod dyscypliny	odniesienie do efektów kierunkowych
10	<p>Zaawansowane architektury mikrokontrolerów</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u></p> <p>Budowa, programowanie i testowanie mikrokontrolerów o złożonej architekturze. Zaawansowane mikrokontrolery z rdzeniem ARM Cortex-M wiodących producentów (STM, NXP, Microchip, Renesas, Texas Instruments). Złożone układy peryferyjne: DMA, USB, SDIO, kontroler pamięci zewnętrznej, interfejsy obrazowe, moduły wspomagające operacje graficzne. Mikrokontrolery wielordzeniowe i technika ich programowania</p>	2,0	AEEiTK	K_W05 K_W07 K_W12 K_U01 K_U03 K_U04 K_U05 K_U08 K_K01 K_K05
11	<p>Aplikacje systemów mikroprocesorowych</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u></p> <p>Wybrane układy pomiarowe: czujniki przyspieszenia, prędkości kątowej, koloru, odległości, ciśnienia, pola magnetycznego. Charakterystyka wybranych algorytmów regulacji automatycznej: regulator P, PI, PID. Elementy wykonawcze: serwomechanizmy, silniki BLDC i krokowe. Aplikacje w postaci: robot kroczący, pojazd balansujący, pojazd z kołami typu omniwheel, drony.</p>	2,0	AEEiTK	K_W05 K_W07 K_W12 K_U01 K_U02 K_U04 K_U05 K_K01 K_K05
12	<p>Zintegrowane systemy cyfrowe</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u></p> <p>Podstawowe pojęcia z zakresu zintegrowanych systemów cyfrowych, architektura systemów cyfrowych SoC firm Intel oraz Xilinx. Metodologia projektowania systemów zintegrowanych dla platform SoC. Tworzenie własnych modułów IP-Core. Opracowanie oprogramowania dla systemu zintegrowanego.</p>	2,0	AEEiTK	K_W06 K_W07 K_U03 K_U08 K_K02
13	<p>Urządzenia krańcowe IoT</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u></p> <p>Budowa typowych urządzeń krańcowych IoT. Łąca bezprzewodowe i przewodowe stosowane w urządzeniach krańcowych IoT. Techniki projektowania urządzeń krańcowych IoT. Akwizycja oraz przetwarzanie danych w urządzeniach krańcowych IoT. Sensory pomiarowe stosowane w urządzeniach krańcowych IoT oraz ich charakterystyka, parametry. Elementy wykonawcze urządzeń krańcowych IoT oraz ich charakterystyka, parametry. Sposoby zasilania urządzeń krańcowych. Sposoby sterowania urządzeniami krańcowymi IoT. Obszary zastosowań krańcowych urządzeń IoT.</p>	2,0	AEEiTK	K_W06 K_W09 K_W12 K_U03 K_U04 K_U05 K_U08 K_K01 K_K02 K_K05
14	<p>Podstawy uczenia maszynowego</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u></p> <p>Podstawowe pojęcia uczenia maszynowego, zagadnienia regresji i klasyfikacji, różne rozwiązania klasyfikatorów i ich metody uczenia, sztuczne sieci neuronowe, uczenie głębokie, systemy rozmyte.</p>	2,0	AEEiTK	K_W01 K_W11 K_W12 K_U01 K_U02 K_U03 K_U13 K_K05

lp.	nazwa grupy zajęć nazwa przedmiotu: skrócony opis (program ramowy)	liczba pkt ECTS	kod dyscypliny	odniesienie do efektów kierunkowych
15	<p>Zaawansowane metody programistyczne</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u> Pojęcie wzorca projektowego. Klasyfikacja wzorców projektowych. Podstawowe wzorce projektowe. Wprowadzenie do systemów kontroli wersji. SVN jako przykład scentralizowanego systemu kontroli wersji. GIT jako przykład rozproszonego systemu kontroli wersji. Automatyczna generacja dokumentacji kodu źródłowego na przykładzie Doxygena.</p>	2,0	AEEiTK	K_W08 K_W09 K_U02 K_U05 K_K01 K_K05
16	<p>Komputerowa eksploracja danych eksperymentalnych</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u> Przedmiot służy poznaniu technik obliczeniowych (formuł matematycznych oraz algorytmów komputerowych) przeznaczonych do ekstrakcji informacji z danych opisujących wyniki eksperymentu. Przedstawiane metody pochodzą z zakresu zarówno potwierdzającej, jak i eksploracyjnej analizy danych. Przedmiot zapoznaje i uczy zasad wykorzystania środowiska Matlab w zakresie przeprowadzenia analizy danych i opracowania raportu.</p>	2,0	AEEiTK	K_W01 K_U01 K_U02 K_U03 K_U07 K_U08 K_U11 K_K05
17	<p>Energooszczędne układy mikroelektroniczne</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u> Czynniki wpływające na moc strat w układach cyfrowych. Technologia wytwarzania układów scalonych o niskim poborze mocy. Techniki projektowania energooszczędnych układów elektronicznych z użyciem różnych technologii (ASIC, FPGA, mikroprocesory, układy analogowe). Sposoby pomiaru mocy statycznej i dynamicznej. Przykłady praktycznej realizacji układów mikromocowych w różnych aplikacjach.</p>	3,0	AEEiTK	K_W04 K_W05 K_W12 K_U01 K_U04 K_U06 K_K01 K_K05
18	<p>Aplikacje głębokiego uczenia</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u> Charakterystyka systemów głębokiego uczenia. Konwolucyjne systemy głębokiego uczenia CNN oraz rekurencyjne LSTM i GRU wraz z dwukierunkowymi biLSTM i biGRU do projektowania systemów predykcji funkcji życiowych na podstawie ograniczonego zbioru danych z urządzeń noszonych lub mobilnych realizowane w środowisku Matlab.</p>	3,0	AEEiTK	K_W01 K_W11 K_W12 K_W13 K_U01 K_U02 K_U03 K_U09 K_U13 K_K01 K_K02 K_K05

lp.	nazwa grupy zajęć nazwa przedmiotu: skrócony opis (program ramowy)	liczba pkt ECTS	kod dyscypliny	odniesienie do efektów kierunkowych
19	<p>Badanie efektywności i wydajności systemów wielordzeniowych i wieloprocesorowych (ang. Investigation of efficiency and performance of multi-core and multi-processor systems)</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u> Architektury systemów wielordzeniowych i wieloprocesorowych. Klasyfikacja systemów wielordzeniowych i wieloprocesorowych. Metryki wydajności i efektywności systemów. Strumienie napływu zadań do systemów komputerowych. Modelowanie funkcjonowania systemów wielordzeniowych i wieloprocesorowych. Modele w postaci dyskretnych w stanach procesów Markowa. Modele kolejkowe. Modele w postaci procesów Markowa klasy DC. Modele symulacyjne funkcjonowania systemów wielordzeniowych i wieloprocesorowych. Metody wyznaczania wartości metryk wydajności i efektywności systemów wielordzeniowych oraz wieloprocesorowych.</p>	3,0	ITT	K_W07 K_W12 K_W10 K_U02 K_U04 K_U06 K_K01 K_K05
praca dyplomowa				
1	<p>Seminaria przeddyplomowe</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u> Zasady i procedury wyboru tematu pracy dyplomowej, przebieg procesu dyplomowania, prezentacje tematyki prac dyplomowych, proces wyboru tematyki prac dyplomowych, promotorów i konsultantów, wymagania stawiane pracom dyplomowym.</p>	1,0	AEEiTK	K_U01 K_U02 K_K01
2	<p>Seminaria dyplomowe</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u> Zasady, procedury i przebieg procesu dyplomowania, zasady pisania prac dyplomowych oraz podstawowe wymagania z nimi związane, zagadnienia dotyczące praw autorskich i ich poszanowania, opracowanie harmonogramów, indywidualne prezentacje częściowych rozwiązań pracy zgodnie z kolejnymi punktami zadań, ocena bieżących postępów realizacji pracy dyplomowej, konsultacje i pomoc merytoryczna.</p>	4,0	AEEiTK	K_U01 K_U02 K_K01
3	<p>Praca dyplomowa</p> <p><u>Treść programu ramowego:</u> Opracowanie poszczególnych punktów zadania dyplomowego zgodnie z harmonogramem, sporządzenie końcowej notatki pracy, uzyskanie opinii i recenzji pracy, przygotowanie prezentacji komputerowej na obronę pracy dyplomowej.</p>	20,0	AEEiTK	K_U01 K_U02 K_U03 K_U04 K_U07 K_U13 K_K01
Razem		90		

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się² osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu kształcenia

Weryfikacja zakładanych efektów uczenia się osiąganych przez studenta odbywa się przede wszystkim na poziomie poszczególnych modułów kształcenia.

Weryfikacji podlegają efekty uczenia się osiągane przez studenta na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich i studentów w ramach zajęć z zakresu nauk podstawowych, zajęć o charakterze praktycznym (w tym ćwiczeń, zajęć laboratoryjnych, seminaryjnych i projektowych), a także zadań indywidualnych i prac wykonywanych przez studenta bez udziału nauczyciela akademickiego.

Weryfikacja zakładanych efektów uczenia się odbywa się w formie: egzaminów (ustnych i pisemnych), zaliczeń na ocenę, zaliczeń ogólnych, bieżących odpowiedzi na pytania kontrolne, kolokwium i sprawdzianów, opracowań indywidualnych, projektów przejściowych i ćwiczeń terenowych.

Weryfikacja efektów uczenia się w zakresie kompetencji społecznych odbywa się podczas ćwiczeń, zajęć laboratoryjnych, seminaryjnych i projektowych.

Ocena osiąganych przez studenta zakładanych efektów uczenia się polega na ocenie przez nauczyciela akademickiego poziomu osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów uczenia się.

W Wydziale Elektroniki zaleca się stosować przy ocenie studenta następujące poziomy osiągnięcia zakładanych efektów.

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%.

² opis ogólny – szczegóły w kartach informacyjnych przedmiotów

Plan studiów

PLAN STACJONARNYCH STUDIÓW DRUGIEGO STOPNIA "MAGISTERSKICH" O PROFILU OGÓLNOAKADEMICKIM

DYSCYPLINA NAUKOWA (WIODĄCA): **automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne**

KIERUNEK STUDIÓW: **mikroelektronika**



obowiązuje dla naboru w r.a. 2023/2024 (początek - wiosna 2024 r.)

GRUPA ZAJĘĆ / PRZEDMIOTY	ogółem godzin/ pkt ECTS		w tym godzin:					liczba godzin/rygor/pkt ECTS w semestrze:						jednostka organizacyjna administrująca odpowiedzialna za przedmiot	Uwagi	
	I. godz.	ECTS	wykł.	ćwicz.	lab.	projekt	semin.	I		II		III				
								godz.	ECTS	godz.	ECTS	godz.	ECTS			
A. Grupa treści kształcenia ogólnego	124	9	44	58	16		6	94	7			30	2			
1 Bezpieczeństwo i higiena pracy (BHP)	4		4					4	+						ZHiBP	
2 Narzędzia pracy zespołowej	30	2	8		16		6	30	+	2					WEL/ISŁ	
3 Kierowanie zespołami ludzkimi	30	3	16	14				30	+	3					WBŁO	
4 Język obcy	30	2		30				30	+	2					SJO	
5 Przedsiębiorczość i zarządzanie	30	2	16	14								30	+	2	WBŁO	
B. Grupa treści kształcenia podstawowego	180	14	86	28	36	24	6	106	8	74	6					
1 Technologia elementów półprzewodnikowych	30	2	20		10			30	+	2					WTC	
2 Podstawy projektowania układów VLSI 1	30	2	14		16			30	+	2					WEL/ISŁ	
3 Podstawy projektowania układów VLSI 2	44	4	10		4	24	6			44	X	4			WEL/ISŁ	
4 Metody numeryczne	30	2	18	6	6					30	+	2			WEL/IRE	
5 Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna	46	4	24	22				46	X	4					WCY	
C. Grupa treści kształcenia kierunkowego	194	14	84	4	80	18	8	74	6	120	8					
1 Programowalne układy cyfrowe	44	4	18		24		2	44	X	4					WEL/ISŁ	
2 Zasilanie układów mikroelektronicznych	30	2	18		12					30	+	2			WEL/ISE	
3 Microprocessor architecture (w języku angielskim)	30	2	10		20			30	+	2					WCY/ITC	
4 Kwantowe technologie informatyczne	30	2	18	4	8					30	+	2			IOE	
5 Przetworniki analogowo-cyfrowe	30	2	10		4	12	4			30	X	2			WEL/ISŁ	
6 Interfejsy komunikacji wewnętrznej i międzyukładowej	30	2	10		12	6	2			30	+	2			WEL/ISŁ	
D. Grupa treści wybieralnych																
Grupa treści specjalistycznych wybieralnych z grupy	420	30	174	22	172	48	4	120	8	240	16	60	6			
D.I. cztery przedmioty wybieralne z sześciu	120	8	48	16	44	12		120	8							
1 Programowanie w języku Python	120	8	14		16			30	+	2					WCY/ISI	
2 Programowanie wysokopoziomowe			14		16			30	+	2					WCY/ISI	
3 Projektowanie oprogramowania układowego			6		12	12			30	+	2				WEL/ISŁ	
4 Komputerowa eksploracja danych eksperymentalnych			14	16					30	+	2				WEL/ISE	
5 Komputerowa analiza układów elektronicznych			12	6	12				30	+	2				WEL/ISE	
6 Podstawy cyberbezpieczeństwa			12		12	2	4		30	+	2				WEL/ISŁ	
D.II. osiem przedmiotów wybieralnych z dziesięciu	240	16	96	6	98	36	4			240	16					
1 Charakteryzacja materiałów półprzewodnikowych	240	16	18		12					30	+	2			WTC	
2 Technika światłowodowa			12	6	12						30	+	2			IOE
3 Układy mikroelektroniczne w technice i medycynie			10		12	8					30	+	2			WEL/ISŁ
4 Zaawansowane architektury mikrokontrolerów			8		12	8	2				30	+	2			WEL/ISŁ
5 Aplikacje systemów mikroprocesorowych			10		20						30	+	2			WEL/ISŁ
6 Zintegrowane systemy cyfrowe			8		8	12	2				30	+	2			WEL/ISŁ
7 Urządzenia krańcowe IoT			10		12	8					30	+	2			WEL/ISŁ
8 Podstawy uczenia maszynowego			20		10						30	+	2			WEL/ISE
9 Zaawansowane metody programistyczne			14		16						30	+	2			WEL/IRE
10 Łączność bezprzewodowa krótkiego zasięgu			16	4	6		4				30	+	2			WEL/ISŁ
D.III. dwa przedmioty wybieralne z trzech	60	6	30		30							60	6			
1 Energooszczędne układy mikroelektroniczne	60	6	14		16							30	+	3	WEL/ISŁ	
2 Badanie efektywności i wydajności systemów wielordzeniowych i wielokomputerowych			16		14								30	+	3	WCY/ISI
3 Aplikacje głębokiego uczenia			8		12	8	2						30	+	3	WEL/ISŁ
E. Praca dyplomowa	24	23					24	4	1			20	22			
1 SeminaRIA przeddyplomowe	4	1					4	+	1						WEL/ISŁ	
2 SeminaRIA dyplomowe	20	2				20						20	+	2	WEL/ISŁ	
3 Praca dyplomowa		20										X	20		WEL	
F. Praktyka zawodowa		liczba tygodni														
1 Praktyka specjalistyczna - nie przewiduje się																
OGÓŁEM GODZINY / pkt. ECTS	942	90	388	112	304	90	48	398	30.0	434	30.0	110	30.0			
dopuszczalny deficyt pkt. ECTS								14		0						
Rodzaje i liczba rygorów w semestrze:								liczba egzaminów x	2	2	1	5				
								liczba zaliczeń +	11	12	3	26				

Plan studiów uchwalony przez Senat WAT w dniu 22 czerwca 2023 r.



Wojskowa
Akademia
Techniczna

Wydział
Elektroniki



**Opinia
Wydziałowej Rady ds. Kształcenia
Wydziału Elektroniki Wojskowej Akademii Technicznej
im. Jarosława Dąbrowskiego**

Nr 78/RDK/WEL/2023 z dnia 15 czerwca 2023 r.

**o programie stacjonarnych studiów II stopnia
na kierunku „mikroelektronika”
dla naborów rozpoczynających się od r.a. 2023/2024**

Na podstawie § 92 ust. 1 pkt 1 Statutu WAT, stanowiącego załącznik do uchwały Senatu WAT nr 16/WAT/2019 z dnia 25 kwietnia 2019 r. w sprawie uchwalenia Statutu WAT (tj. obwieszczenie Rektora WAT nr 1/WAT/2021 z dnia 21 października 2021 r.), wyraża się następującą opinię:

Wydziałowa Rada ds. Kształcenia Wydziału Elektroniki Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego wyraża pozytywną opinię o programie studiów stacjonarnych II stopnia na kierunku „mikroelektronika” dla naborów rozpoczynających się od r.a. 2023/2024, stanowiącym Załącznik do niniejszej opinii.

Przewodniczący Rady ds. Kształcenia,

Jacek Jakubowski
dr hab. inż. Jacek JAKUBOWSKI, prof. WAT

Sporządził Robert Berczyński – Sekretarz Rady ds. Kształcenia

ARKUSZ UZGODNIENÍ

do projektu programu studiów

Jednostka organizacyjna: **Wydział Elektroniki**

Kierunek studiów: **mikroelektronika**

Poziom studiów: **studia II stopnia**

Forma studiów: **stacjonarne**

Profil studiów: **ogólnoakademicki**

Studia w języku: **polskim**

Rok akademicki rozpoczęcia kształcenia: **2023/2024**

Nazwa komórki (jednostki) organizacyjnej, z którą projekt był uzgadniany	Stanowisko instytucji opiniującej (uzgodniono /nie uzgodniono) <i>Uwagi</i>	Stopień, imię, nazwisko i podpis osoby opiniującej
Rada Studentów WEL WAT	uzgodniono	Zastępca przewodniczącego RS WEL Szymon Kojewski