

Program studiów

I. PODSTAWOWE DANE O STUDIACH

1. **Nazwa wydziału:** Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
2. **Nazwa kierunku:** Telekomunikacja
3. **Poziom studiów:** studia drugiego stopnia
4. **Profil studiów:** profil ogólnoakademicki
5. **Forma studiów:** studia stacjonarne
6. **Język prowadzenia studiów:** polski
7. **Dyscypliny naukowe**, do których przypisany jest kierunek (udział procentowy):

Informatyka techniczna i telekomunikacja	-	90%	dyscyplina wiodąca
Automatyka, elektronika i elektrotechnika	-	10%	

(w przypadku przyporządkowania kierunku studiów do więcej niż 1 dyscypliny, wskazuje się dyscyplinę wiodącą, w ramach której będzie uzyskiwana ponad połowa efektów uczenia się)

8. W przypadku zawodu, o którym mowa w art. 68 Ustawy, standardy kształcenia, na podstawie których będą prowadzone studia:
9. Liczba semestrów studiów: 4
10. Tytuł zawodowy nadawany absolwentom: magister inżynier

II. OKREŚLENIE EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

1. Tabela odniesień efektów uczenia się dla programu studiów drugiego stopnia o profilu ogólnoakademickim na kierunku Telekomunikacja prowadzonych na Wydziale Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej do:

- uniwersalnych charakterystyk pierwszego stopnia PRK, na poziomie na poziomie 7 dla studiów drugiego stopnia, określonych w załączniku do ustawy o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji (Dz.U. z 2020 r., poz. 226) - „Odniesienie-symbol”,
- charakterystyk drugiego stopnia PRK, na poziomie na poziomie 7 dla studiów drugiego stopnia, określonych przez rozporządzenie w sprawie charakterystyk drugiego stopnia dla kwalifikacji na poziomach 6–8 Polskiej Ramy Kwalifikacji (Dz.U. z 2018 r. poz. 2218); z uwzględnieniem charakterystyk drugiego stopnia inżynierskich (dla studiów kończących się nadaniem tytułu zawodowego magistra inżyniera) - „Odniesienie – symbol I/III”,
- efektów uczenia się (student outcomes) określonych w kryteriach akredytacji przyjętych przez Accreditation Board for Engineering and Technology (USA, zasięg globalny) przy akredytacji programów w cyklu 2020/21 (*Engineering Programs* – symbol ABET_E, *Computing Programs* – symbol ABET_C) - „Odniesienie – ABET”.

lp.	Symbol efektu uczenia się dla programu studiów	Efekt uczenia się	Odniesienie – symbol I/III	Odniesienie – symbol	Odniesienie – symbol ABET
1	2	3	4	5	6
Wiedza					
1	W01	Ma uporządkowaną wiedzę w dziedzinie matematyki, rozszerzoną i pogłębioną w zakresie odpowiednim dla kierunku telekomunikacja.	I.P7S_WG.o	P7U_W	ABET_E.1 ABET_C.1
2	W02	Ma uporządkowaną wiedzę w dziedzinie fizyki, rozszerzoną i pogłębioną w zakresie odpowiednim dla studiowanego kierunku telekomunikacja.	I.P7S_WG.o	P7U_W	ABET_E.1 ABET_C.1
3	W03	Ma wiedzę w zakresie kierunków studiów powiązanych z telekomunikacją – elektroniką i informatyką.	I.P7S_WG.o	P7U_W	ABET_E.1 ABET_C.1
4	W04	Zna i rozumie metody pomiaru oraz narzędzia informatyczne niezbędne do analizy wyników badań.	I.P7S_WG.o	P7U_W	ABET_E.1 ABET_E.2 ABET_C.1 ABET_C.2
5	W05	Ma wiedzę w zakresie współczesnych zagrożeń w sieci; potrafi wykrywać i przeciwdziałać nadużyciom w sieciach teleinformatycznych lub bezprzewodowych.	I.P7S_WG.o	P7U_W	ABET_E.1 ABET_E.2 ABET_C.1

lp.	Symbol efektu uczenia się dla programu studiów	Efekt uczenia się	Odniesienie – symbol I/III	Odniesienie – symbol	Odniesie – symbol ABET
1	2	3	4	5	6
6	W06	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie teorii sygnałów i metod ich przetwarzania.	I.P7S_WG.o	P7U_W	ABET_E.1 ABET_E.2 ABET_C.1
7	W07	Zna podstawy teoretyczne przetwarzania sygnałów na potrzeby telekomunikacji, radiokomunikacji oraz przetwarzania sygnałów audio, obrazów ruchomych i nieruchomych.	I.P7S_WG.o	P7U_W	ABET_E.1 ABET_E.2 ABET_C.1
8	W08	Ma wiedzę w zakresie podstaw telekomunikacji oraz systemów i sieci telekomunikacyjnych lub systemów multimedialnych.	I.P7S_WG.o	P7U_W	ABET_E.2 ABET_C.2
9	W09	Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu telekomunikacji.	I.P7S_WG.o	P7U_W	ABET_E.1 ABET_E.2 ABET_C.1
10	W10	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu telekomunikacji.	I.P7S_WG.o	P7U_W	ABET_E.1 ABET_C.1
11	W11	Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie telekomunikacji przewodowej lub bezprzewodowej.	I.P7S_WG.o	P7U_W	ABET_E.1 ABET_C.1
12	W12	Zna i rozumie procesy związane z zarządzaniem zasobami sieci.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W	ABET_E.1 ABET_C.1
13	W13	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu telekomunikacji oraz elektroniki i informatyki.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W	ABET_E.1 ABET_C.1
14	W14	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich.	I.P7S_WG.o	P7U_W	ABET_E.1 ABET_E.2 ABET_C.1
15	W15	Ma wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej oraz ich uwzględniania w praktyce inżynierskiej.	I.P7S_WK III.P7S_WK	P7U_W	ABET_E.2 ABET_E.4 ABET_C.2 ABET_C.4

lp.	Symbol efektu uczenia się dla programu studiów	Efekt uczenia się	Odniesienie – symbol I/III	Odniesienie – symbol	Odniesie – symbol ABET
1	2	3	4	5	6
16	W16	Zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego oraz konieczność zarządzania zasobami własności intelektualnej; potrafi korzystać z zasobów informacji patentowej.	I.P7S_WK	P7U_W	ABET_E.1 ABET_C.1
17	W17	Ma wiedzę, jak prowadzić i skutecznie realizować projekty indywidualne i zespołowe, zna podstawowe zasady tworzenia i rozwoju różnych form przedsiębiorczości.	I.P7S_WK III.P7S_WK	P7U_W	ABET_E.5 ABET_C.5
18	W18	Zna i rozumie procesy zachodzące w cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych.	III.P7S_WG	P7U_W	ABET_E.1 ABET_E.2 ABET_C.1
Umiejętności					
1	U01	Potrafi pozyskiwać informacje z właściwie dobranych źródeł, dokonać ich integracji oraz krytycznej oceny, wyciągać wnioski i wyczerpująco uzasadniać opinie.	I.P7S_UW.o	P7U_U	ABET_E.4 ABET_E.7
2	U02	Potrafi wykorzystać poznane metody i modele matematyczne oraz środowiska obliczeniowe do analizy i projektowania sieci teleinformatycznych lub systemów multimedialnych.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U	ABET_E.2 ABET_C.2
3	U03	Potrafi posługiwać się technikami informacyjno-komunikacyjnymi właściwymi do realizacji zadań typowych dla działalności inżynierskiej.	I.P7S_UW.o	P7U_U	ABET_E1 ABET_C1
4	U04	Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi środowiskami programistycznymi, symulatorami oraz narzędziami wspomagającymi projektowanie urządzeń, systemów lub usług.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U	ABET_E.1 ABET_E.2 ABET_C.1 ABET_C.2
5	U05	Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi pomiar i badanie zjawisk, sygnałów i urządzeń w systemach i sieciach telekomunikacyjnych albo w systemach multimedialnych.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U	ABET_E.6

lp.	Symbol efektu uczenia się dla programu studiów	Efekt uczenia się	Odniesienie – symbol I/III	Odniesienie – symbol	Odniesie – symbol ABET
1	2	3	4	5	6
6	U06	Potrafi porównać wybrane sieci, systemy i usługi telekomunikacyjne i teleinformatyczne lub multimedialne ze względu na zadane kryteria użytkowe i ekonomiczne; potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć techniki w tym zakresie.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U	ABET_E.2 ABET_E.4 ABET_C.2
7	U07	Potrafi przygotować aplikacje nowych usług telekomunikacyjnych i teleinformatycznych lub multimedialnych, stosując koncepcyjnie nowe metody.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U	ABET_E.2 ABET_E.7 ABET_C.2
8	U08	Potrafi zaprojektować sieć telekomunikacyjną przewodową lub bezprzewodową, dokonując analizy rozwiązań pod względem technicznym i ekonomicznym.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U	ABET_E.2 ABET_C.2
9	U09	Potrafi zastosować środki zapewniające bezpieczeństwo użytkowania sieci w zakresie odpowiednim dla wybranej specjalności.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U	ABET_E.2 ABET_C.2
10	U10	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi oraz problemami badawczymi z zakresu telekomunikacji.	I.P7S_UW.o	P7U_U	ABET_E.1 ABET_C.1
11	U11	Potrafi przygotować opracowanie i przedstawić w języku polskim i języku angielskim prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu kierunku studiów, potrafi przygotować krótkie doniesienie naukowe.	I.P7S_UK	P7U_U	ABET_E.3 ABET_C.3
12	U12	Potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach, także w języku angielskim lub innym języku obcym uznawanym za język komunikacji międzynarodowej w zakresie studiowanego kierunku studiów.	I.P7S_UK	P7U_U	ABET_E.3 ABET_C.3
13	U13	Ma umiejętności językowe w zakresie właściwym dla kierunku studiów, zgodne z wymaganiami określonymi dla poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.	I.P7S_UK	P7U_U	
14	U14	Potrafi pracować indywidualnie i w zespole, pełniąc w nim także wiodące role	I.P7S_UO	P7U_U	ABET_E.5 ABET_C.5
15	U15	Potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia.	I.P7S_UU	P7U_U	ABET_E.7

lp.	Symbol efektu uczenia się dla programu studiów	Efekt uczenia się	Odniesienie – symbol I/III	Odniesienie – symbol	Odniesie – symbol ABET
1	2	3	4	5	6
Kompetencje społeczne					
1	K01	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	I.P7S_KO	P7U_K	ABET_E.4
2	K02	Jest świadom wiążącej się z jego kwalifikacjami zawodowymi roli społecznej oraz obowiązku rozwijania dorobku zawodu, podtrzymywania etosu zawodowego oraz przestrzegania zasad etyki zawodowej.	I.P7S_KO I.P7S_KR	P7U_K	ABET_E.4 ABET_C.3 ABET_C.4
3	K03	Potrafi dokonywać krytycznej oceny własnej wiedzy oraz informacji pochodzących z różnych źródeł z uwzględnieniem ich wiarygodności, znaczenia oraz potencjalnych zysków i zagrożeń dla społeczeństwa; potrafi powoływać się na zdobytą wiedzę oraz autorytety ekspertów w rozmowach oraz dyskusjach dotyczących zagadnień z obszaru telekomunikacji.	I.P7S_KK	P7U_K	ABET_E.4 ABET_C.4

Kod składowy charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji, określony w uchwale Senatu PW w sprawie przyjęcia przez Politechnikę Warszawską kodu składowy charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego.

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

W zestawie przedmiotów/modułów zajęć tworzących program studiów wykorzystane są m.in. następujące formy prowadzenia zajęć:

- projekty i zajęcia laboratoryjne, realizowane indywidualnie i w zespołach,
- zajęcia projektowe prowadzone zgodnie z koncepcją „design thinking”,
- samodzielne uczenie się studentów i prezentacja wyników tego samokształcenia na zajęciach grupowych,
- zajęcia wymagające formułowania i rozwiązywania problemów „otwartych”.

Zróżnicowanym formom prowadzenia zajęć odpowiadają zróżnicowane formy weryfikacji i oceny efektów uczenia się. Stosowane są niemal wszystkie wymienione w aktach prawa wewnętrznego PW formy sprawdzania efektów uczenia się, tj. egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, ocena aktywności podczas zajęć.

Weryfikacja i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu uczenia się odbywa się przede wszystkim na poziomie poszczególnych przedmiotów. Pełne pokrycie efektów uczenia się zdefiniowanych dla programu studiów przez efekty uczenia się zdefiniowane (i weryfikowane) dla przedmiotów tworzących ten program zapewnia weryfikację efektów kierunkowych (efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu uczenia się).

III. Realizacja programu studiów po zmianach:

Liczba godzin zajęć:	Specjalność TiC 1416 godz. Specjalność TBM 1381 godz.
Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów:	120 ECTS
Procentowy udział liczby punktów ECTS w liczbie punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów ze wskazaniem dyscypliny wiodącej :	
- dyscyplina naukowa WIODĄCA:	Informatyka techniczna i telekomunikacja 88%
- dyscyplina naukowa:	Automatyka, elektronika i elektrotechnika 12%
Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia	61 ECTS
Liczba punktów ECTS jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych, w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych:	5 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego na studiach prowadzonych w formie stacjonarnej:	nie dotyczy
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć podlegających wyborowi przez studenta (<i>w wymiarze nie mniejszym niż 30% liczby punktów ECTS koniecznych do ukończenia studiów na danym poziomie</i>):	41 ECTS tj. 34 %
Dla studiów o profilu praktycznym:	
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach przedmiotów/zajęć kształtujących umiejętności praktyczne (<i>w wymiarze większym niż 50% liczby punktów ECTS koniecznych do ukończenia studiów na danym poziomie</i>):	nie dotyczy
Dla studiów o profilu ogólnoakademickim:	85 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć związanych z prowadzoną w Uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów (<i>w wymiarze większym niż 50% liczby punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na danym poziomie</i>), z uwzględnieniem udziału studentów w zajęciach przygotowujących do prowadzenia działalności naukowej lub udziału w tej działalności:	tj. 71 %
Łączna liczba godzin oraz punktów ECTS z matematyki	zgodnie z uchwałą Senatu PW nr 58/L/2020 z dnia 25 listopada 2020 r. w sprawie ustalania programów studiów w Politechnice Warszawskiej wymagane godziny i punkty ECTS zrealizowano na pierwszym stopniu studiów.
Łączna liczba godzin oraz punktów ECTS z fizyki	zgodnie z uchwałą Senatu PW nr 58/L/2020 z dnia

	25 listopada 2020 r. w sprawie ustalania programów studiów w Politechnice Warszawskiej wymagane godziny i punkty ECTS zrealizowano na pierwszym stopniu studiów.
Łączna liczba godzin oraz punktów ECTS języków obcych	zgodnie z uchwałą Senatu PW nr 58/L/2020 z dnia 25 listopada 2020 r. w sprawie ustalania programów studiów w Politechnice Warszawskiej realizacja
Przedmioty obowiązkowe w j. angielskim na poziomie B2+	poprzez prowadzenie przedmiotu w języku angielskim na poziomie B2+.
	4 ECTS
Liczba punktów ECTS za pracę dyplomową	20 ECTS

III. SYLABUSY

Zajęcia lub grupy zajęć, niezależnie od formy ich prowadzenia, wraz z przypisaniem do nich efektów uczenia się i treści programowych zapewniających uzyskanie tych efektów.

GŁĘBOKIE SIECI NEURONOWE W MEDIACH CYFROWYCH

Deep Neural Networks for Digital Media

Poziom kształcenia:	<i>drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Telekomunikacja</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Techniki Bezprzewodowe i Multimedialne</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych</i>
Koordynator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obowiązkowy</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	<i>2</i>
Minimalny numer semestru:	<i>---</i>
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	<i>---</i>
Dyskonta	<i>---</i>
Limit liczby studentów:	<i>---</i>

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Nowa specjalność Techniki Bezprzewodowe i Multimedialne.

Cel przedmiotu: Celem przedmiotu jest przekazanie niezbędnej wiedzy i wyrobienie stosownych umiejętności w zakresie projektowania i programowania modułów sztucznej inteligencji opartych na głębokich sieciach neuronowych, ze szczególnym uwzględnieniem jednostek spłotowych i ich zastosowań w mediach cyfrowych.

Skrócony opis przedmiotu (max 1000 znaków):

Przedmiot dotyczy teorii i praktyki głębokich sieci neuronowych w kontekście ich aplikacji w mediach cyfrowych.

Wykład obejmuje prezentację: (a) podstawowych jednostek obliczeniowych (w tym jednostek spłotowych); (b) mechanizmów łączenia jednostek w bloki (w tym sekwencyjne, rezydualne) i w architektury (w tym auto-koder, u-net oraz sieć rekurencyjna); (c) elementy stochastycznej gradientowej optymalizacji funkcji kosztu; (d) doboru funkcji kosztu.

Aplikacje omawiane na wykładzie i ilustrowane na zajęciach *laboratoryjnych* i pogłębiane w ramach *projektu*, dotyczą następujących obszarów: (a) filtracja sygnałowa (w tym rektyfikacja obrazu oraz ulepszenie sygnału mowy), (b) detekcja i rozpoznawanie obiektów w obrazie i dźwięku, (c) automatyczna

adnotacja obrazu i dźwięku, (d) modelowanie 3D na potrzeby interfejsu człowiek-maszyna, (e) kompresja obrazu i dźwięku, (f) zanurzanie sygnałowe (w tym steganografia oraz steganofonia), oraz (g) bezpieczeństwo danych wspierane przez analizę sygnałową.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim (max 1000 znaków):

The course is related to theory and practice of deep neural networks in the context of digital media applications. The lectures contain presentation of: (a) basic computation units (inc. convolutions); (b) mechanisms for joining units into blocks (inc. sequential and residual) and into architectures (inc. auto-coder, u-net, and recurrent nets); (c) elements of stochastic gradient optimization of cost function; (d) selection of cost function. The applications discussed in the lectures are illustrated in laboratories and explored more within development of course project, refer to the following application areas: (a) signal filtration (inc. image rectification and speech enhancement), (b) detection and recognition of objects in image and sound, (c) image and sound annotation, (d) 3D modeling for human-computer interfacing, (e) image and sound compression, (f) signal embedding (inc. steganography and steganophony), oraz (g) data security supported by signal analysis.

Treści kształcenia:

Wykład:

1. Wprowadzenie (8h): podstawowe pojęcia (jednostka przetwarzania tensorowego, sieć jednostek jako model, sieci rekurencyjne i ze wzmocnieniem), symboliczne sieci neuronowe, stochastyczne metody optymalizacji sieci głębokich, równania przepływu gradientu i sieci dualne, przegląd architektur neuronowych w zagadnieniach CREAMS.
2. Elementy programowanie głębokich sieci neuronowych (2h): przetwarzanie tensorów w Pythonie, programowanie sieci głębokich w pakietach Pytorch i Keras.
3. Filtracja sygnału (4h): zmiana rozdzielczości próbkowania obrazu i dźwięku, rektyfikacja obrazu, transfer koloru i stylu w obrazie, techniki filtracji sygnału mowy.
4. Rozpoznawanie obiektów cyfrowych (4h): rozpoznawanie twarzy w obrazie, rozpoznawanie mówcy.
5. Indeksowanie obiektów cyfrowych (4h): segmentacja z adnotacją w obrazie, segmentacja z adnotacją w ścieżce dźwiękowej, podsumowanie zawartości wideo.
6. Modelowanie 3D na potrzeby interfejsu człowiek-maszyna (4h): detekcja twarzy i znaczników FP68 w obrazie twarzy, model Candide-3 (geometria, personalizacja, animacja), detekcja orientacji głowy, detekcja i śledzenie sylwetki osoby, rozpoznawanie emocji człowieka w obrazie twarzy.
7. Kompresja obrazu i dźwięku (2h): doradcze sieci generacyjne w kompresji i zanurzaniu mediów cyfrowych, splot przyczynowy w kodowaniu arytmetycznym.
8. Bezpieczeństwo w mediach cyfrowych (2h): detekcja wirusów w programach komputerowych w ich reprezentacji sygnałowej, synteza i analiza podpisu cyfrowego, zanurzanie obiektów cyfrowych (steganografia i steganofonia).

Laboratoria (15h) zorganizowane są w formie pięciu bloków tematycznych po trzy godziny zajęć. Ćwiczenia i zwarte zadania laboratoryjne dotyczą analizy architektury istniejących modeli neuronowych w wybranych aplikacjach. Analiza prowadzona jest w metodologii ablacyjnej (ablation analysis). Student zapoznaje się również z technikami projektowania i programowania modułów takich aplikacji.

Projekt (15h) jest definiowany w formie wymagań aplikacji i jest realizowany w grupach projektowych złożonych z 4-6 osób. Grupa projektowa wybiera realizowaną aplikację z aktualnej listy projektów lub proponuje własną aplikację do akceptacji prowadzącego zajęcia projektowe.

Egzamin: brak (teoria jest zaliczana na podstawie dwóch kolokwiów)

Wymiar godzinowy zajęć: 60

Formy prowadzonych zajęć Wymiar godzinowy zajęć

Wykład	- 30
Zajęcia Projektowe	- 15
Laboratoria	- 15

Organizacja zajęć: laboratoria (5 spotkań po 3 godziny), spotkania projektowe (w sumie 3 godz.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 62 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
laboratoria 15 godz.,
spotkania projektowe 15 godz.,
konsultacje 2 godz.
2. praca własna studenta – 70 godz., w tym
przygotowanie do zadania projektowego 10 godz.,
realizacja projektu 20 godz.,
przygotowanie do laboratoriów 20 godz.,
przygotowania do kolokwium 20 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 132 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:
 $5 \cdot 62 / 132 = 2.35$ pkt. ECTS, co odpowiada 62 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: $5 \cdot 70 / 132 = 2,65$ pkt. ECTS, co odpowiada 70 godz. zajęć praktycznych.

Wymagania wstępne:

Osoby uczęszczające na przedmiot powinny przede wszystkim mieć wiedzę związaną z podstawami przetwarzania multimedialnych. Wymagana będzie również umiejętność programowania w języku Python.

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ¹	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	Zna tendencje rozwojowe w zakresie modelowania w głębokich sieciach neuronowych	wykład	kolokwium pisemne	W13
w02	Zna główne architektury i zastosowania sieci głębokich dla różnych zbiorów danych multimedialnych	wykład	kolokwium pisemne	W12 W09 W14

¹ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

UMIEJĘTNOŚCI				
u01	Potrafi we własnym zakresie uzupełniać wiedzę niezbędną do definiowania modeli neuronowych w nowych zagadnieniach w obszarze mediów cyfrowych	projekt	ocena projektu	U01 U07 U14
u02	Potrafi dokonywać analizy efektywności modeli neuronowych w konkretnych zastosowaniach z obszaru mediów cyfrowych	laboratorium	ocena laboratorium	U05 U07
u03	Potrafi zweryfikować analitycznie i eksperymentalnie poprawność implementacji i efektywność wybranych sieci neuronowych	projekt, laboratorium	ocena projektu i laboratorium	U10 U02
u04	Potrafi przeprowadzić krytyczną analizę zaproponowanego modelu w danej aplikacji	wykład	kolokwium pisemne	U10
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k01	Jest gotów uzupełniać i dzielić się wiedzą niezbędną do realizacji wybranych modeli neuronowych oraz oceną efektywności rozwiązań sieciowych w różnorodnych aplikacjach z obszaru mediów cyfrowych	projekt	ocena projektu	K03

PROJEKTOWANIE SYSTEMÓW RADIOKOMUNIKACYJNYCH

Poziom kształcenia:	<i>studia drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Telekomunikacja</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Techniki Bezprzewodowe i Multimedialne</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Radioelektroniki i technik Multimedialnych</i>
Koordinator przedmiotu:	--
Poziom przedmiotu:	<i>Zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>Obowiązkowy</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>Polski</i>
Semestr nominalny:	<i>3</i>
Minimalny numer semestru:	---
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	---
Dyskonta	---
Limit liczby studentów:	

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Nowa specjalność Techniki Bezprzewodowe i Multimedialne.

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest przedstawienie zagadnień związanych z projektowaniem współczesnych systemów radiokomunikacyjnych z uwzględnieniem aspektów propagacyjnych, zakładanej liczby użytkowników i szybkości transmisji danych dla pojedynczego użytkownika.

Skrócony opis przedmiotu:

Główna tematyka przedmiotu dotyczyć będzie łącza radiowego dla różnych rodzajów systemów radiokomunikacyjnych: systemy łączności ruchomej, systemy radiodyfuzyjne, systemy linii radiowych, systemy satelitarne, systemy łączności bezprzewodowej wewnątrz budynków i systemy łączności osobistej, oraz sposobów modelowania propagacji fal radiowych między antenami nadajnika i odbiornika w takich systemach.

Omówiony zostanie proces projektowania systemu radiokomunikacyjnego, obejmujący etap definiowania wymagań dla planowanego systemu; projekt rozmieszczenia elementów systemu (stacje bazowe, stacje przekaźnikowe, punkty dostępowe, sieć dosyłowa i szkieletowa, itp.) uwzględniający aspekty propagacyjne i zakładaną pojemność systemu (liczba użytkowników mogących korzystać z systemu jednocześnie i maksymalne szybkości transmisji dla pojedynczego użytkownika); weryfikację opracowanego systemu.

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TBM, przedmiot obowiązkowy, nowy – PSRK

Przedstawione zostaną procedury, np. opisane w zaleceniach ITU, dotyczące projektowania poszczególnych systemów radiokomunikacyjnych, stosowane modele propagacyjne oraz narzędzia komputerowe wspomagające proces projektowania.

Przedmiot składałby się z wykładu (2h), ćwiczeń obliczeniowych (1h) i projektu (1h).

Treści kształcenia:

Wykład:

Wstępny plan wykładu

1. Architektura systemu radiokomunikacyjnego
 - struktura systemu łączności radiowej
 - rodzaje systemów łączności radiowej
 - zakresy częstotliwości
 - modulacje cyfrowe
 - czynniki wpływające na jakość odbioru sygnału i szybkość transmisji
 - podstawy bilansu mocy i propagacji fal radiowych
2. Propagacja fal radiowych
 - podstawowe modele propagacyjne
 - wpływ obiektów otoczenia na propagację fal radiowych
 - propagacja wielodrogowa – problemy
 - efekt Dopplera
 - wpływ atmosfery na propagację fal radiowych
3. Analiza bilansu mocy w łączy radiowych
 - moc sygnału odbieranego
 - szумы
 - zakłócenia
 - zniekształcenia nieliniowe
 - charakterystyki szumowe
4. Modelowanie kanału propagacyjnego w systemach łączności ruchomej
 - propagacja wielodrogowa – zaniki, kanał wąsko- i szeroko-pasmowy, interferencje międzysymbolowe, efekt Dopplera i dyspersja częstotliwości
 - model stochastyczny kanału – funkcje opisujące kanał, profil opóźnienia mocy, widmo dopplerowskie, funkcja rozproszenia, pasmo koherencji
 - modelowanie zmian kanału w czasie – rozkłady statystyczne, liczba i średni czas zaników
 - modele tłumienia wnoszonego przez kanał radiowy – propagacja na zewnątrz budynków, propagacja w miastach, propagacja wewnątrz budynków, propagacja przez ciało człowieka, propagacja w systemach satelitarnych
5. Projektowanie systemów łączności komórkowej
 - planowanie pokrycia radiowego zadanego obszaru
 - planowanie przydziału kanałów częstotliwościowych
 - metody i narzędzia do planowania
 - metody weryfikacji projektu
 - zwiększanie pojemności systemu – zwiększenie liczby komórek, hierarchiczna struktura komórek (makro-, mikro-, nano- i piko-komórki), zastosowanie anten sektorowych i szyków antenowych

- sieci 5G
6. Projektowanie radiolinii
 - profil trasy i wybór wysokości anten
 - odbicia fali radiowej od obiektów na powierzchni Ziemi
 - tłumienie sygnału w atmosferze
 - tłumienie i depolaryzacja fal radiowych na cząsteczkach wody
 - szacowanie dostępności systemu i głębokości zaników
 - projektowanie wieloodcinkowych linii radiowych
 7. Projektowanie sieci łączności bezprzewodowych wewnątrz budynków
 - modele propagacyjne
 - planowanie pokrycia radiowego zadanego obszaru
 - planowanie przydziału kanałów częstotliwościowych
 8. Projektowanie systemów satelitarnych
 - planowanie łącza satelitarnego - łącze satelita – użytkownik, łącze dosyłowe
 - satelity na orbicie GEO/LEO/MEO
 - wpływ atmosfery i opadów deszczu na sygnał radiowy
 - systemy wielowiązkowe HTS
 9. Projektowanie sieci osobistych WPAN
 10. Aspekty bezpieczeństwa w systemach bezprzewodowych

Ćwiczenia audytoryjne:

Celem ćwiczeń audytoryjnych jest praktyczne zilustrowanie zagadnień omawianych na wykładzie. W ramach ćwiczeń przedstawione zostaną przykłady obliczeniowe dotyczące wybranych aspektów projektowania poszczególnych systemów radiokomunikacyjnych, m.in.:

1. szacowanie wymaganej liczby stacji bazowych/punktów dostępowych w projektowanym systemie dla zapewnienia zakładanego zasięgu i pojemności systemu
2. szacowanie zasięgów łączności w wybranych środowiskach propagacyjnych (łączność w terenie otwartym, łączność w obszarach podmiejskich i miejskich, łączność wewnątrz budynków)
3. przykłady analizy bilansu mocy w łączu radiowym dla wybranych systemów radiokomunikacyjnych
4. przykłady projektów wybranych systemów radiokomunikacyjnych zgodnie ze stosowanymi procedurami (zalecenia ITU) dla różnych konfiguracji środowiska propagacyjnego i założeń projektowych: systemy komórkowe, linie radiowe, sieci WLAN wewnątrz budynku, systemy satelitarne.

Projekt:

W ramach projektu studenci podzieleni na grupy projektowe (2-3 osobowe) zrealizują projekt wybranego systemu radiokomunikacyjnego, zgodnie z procedurami przedstawionymi na wykładzie. Na podstawie zestawu danych wejściowych określonych przez prowadzącego, każdy zespół projektowy dokona określenia: liczby i lokalizacji stacji bazowych/punktów dostępowych, wymaganych parametrów elementów składowych systemu (modułów nadawczo-odbiorczych, typów anten i kierunku ich ustawienia, wysokości umieszczenia anten, przydziału kanałów częstotliwościowych, itp.) dla zapewnienia zakładanego pokrycia radiowego i jakości świadczonych usług (liczby użytkowników, szybkości transmisji danych, itp.).

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TBM, przedmiot obowiązkowy, nowy – PSRK

Egzamin: tak

Wymiar godzinowy zajęć: 60

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
Wykład	30
Ćwiczenia audytoryjne	15
Zajęcia Projektowe	15

Organizacja zajęć:

Zajęcia odbywają się w każdym tygodniu wg następującego schematu: wykład (2 godz.), ćwiczenia audytoryjne (1godz).

Celem ćwiczeń audytoryjnych jest ugruntowanie i sprawdzenie stopnia opanowania przez studentów materiału przedstawianego na wykładach. Zakres materiału obowiązującego na ćwiczeniach obejmuje treści przedstawione na wykładzie.

Po rozdaniu tematów projektów obowiązkowe konsultacje projektowe (1 godz./tydzień).

Celem projektu jest praktyczne wykorzystanie wiedzy przedstawionej na wykładzie, poprzez zaprojektowanie łącza radiowego wybranego systemu radiokomunikacyjnego zgodnie z zasadami i procedurami zdefiniowanymi w zaleceniach International Telecommunication Union (ITU), dla zadanych wymagań projektowych, dotyczących zakładanego zasięgu systemu, liczby użytkowników i generowanego przez nich ruchu.

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

- liczba godzin kontaktowych – 70 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 15 godz.,
obecność na zajęciach projektowych (obowiązkowe konsultacje) 15 godz.
konsultacje w laboratorium otwartym (użycie oprogramowania symulacyjnego w laboratorium) – 6
godz.
obecność na egzaminie – 4 godz.*
- praca własna studenta – 55 godz., w tym
przygotowanie do ćwiczeń audytoryjnych i konsultacji projektowych (m.in. szczegółowe zapoznanie się
z procedurami norm ITU) 15 godz.,
opracowanie projektu – 15 godz.,
przygotowanie do egzaminu – 25 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 125 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:
 $(63/125) \times 5 = 2,80$ pkt. ECTS, co odpowiada 70 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:
 $(66/125) \times 5 = 2,64$ pkt. ECTS, co odpowiada 36 godz. zajęć wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich (zgodnie z przyjętym założeniem) plus 30 godz. pracy własnej studenta.

Wymagania wstępne:

Student powinien posiadać wiedzę i umiejętności w zakresie: brak

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ²	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	Ma pogłębioną wiedzę w zakresie analizy i opisu zjawisk oraz mechanizmów fizycznych w kanale radiowym, stanowiących podstawę realizacji współczesnych systemów radiokomunikacyjnych i wpływających na efektywność ich działania	Wykład, ćwiczenia audytoryjne	Egzamin pisemny	W02
w02	Zna i rozumie metody, techniki oraz narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z obszaru projektowania systemów i sieci łączności radiowej bezprzewodowej	Wykład, ćwiczenia audytoryjne	Egzamin pisemny	W14
w03	Ma specjalistyczną wiedzę w zakresie projektowania współczesnych systemów radiokomunikacyjnych, weryfikacji założeń projektowych, oraz w zakresie architektury, zasad działania i usług realizowanych w takich systemach	Wykład, ćwiczenia audytoryjne	Egzamin pisemny	W04 W12
w04	Ma wiedzę w zakresie współczesnych zagrożeń w sieciach łączności bezprzewodowej i wymagań dotyczących zabezpieczenia danych przesyłanych drogą radiową	Wykład, ćwiczenia audytoryjne	Egzamin pisemny	W05
w05	Ma pogłębioną wiedzę teoretyczną w zakresie optymalizacji projektów pokrycia radiowego w sieciach i systemach radiokomunikacyjnych	Wykład, ćwiczenia audytoryjne	Egzamin pisemny	W10
w06	Ma szczegółową wiedzę o problemach transmisji i odbioru w systemach radiokomunikacyjnych	Wykład, ćwiczenia audytoryjne	Egzamin pisemny	W11
w07	Zna i rozumie procesy związane z cyklem życia współczesnych systemów radiokomunikacyjnych	Wykład, ćwiczenia audytoryjne	Egzamin pisemny	W18
UMIEJĘTNOŚCI				
u01	Potrafi wykorzystać poznane metody i modele matematyczne oraz środowiska obliczeniowe do analizy i projektowania systemów radiokomunikacyjnych	Zajęcia projektowe	Zaliczenie na podstawie raportu i prezentacji wyników projektu	U02
u02	Potrafi zaprojektować sieć łączności bezprzewodowej uwzględniając zadane kryteria i wymogi projektowe oraz dokonując analizy rozwiązań pod względem	Zajęcia projektowe	Zaliczenie na podstawie raportu i prezentacji wyników	U08

² Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

	technicznym i ekonomicznym.		projektu	
u03	Potrafi wykorzystać zdobytą wiedzę do zaprojektowania wybranych rodzajów systemów radiokomunikacyjnych zgodnie z zadanymi wymaganiami, w szczególności niestandardowymi	Zajęcia projektowe	Zaliczenie na podstawie raportu i prezentacji wyników projektu	U02
u04	Potrafi pracować indywidualnie i w zespole projektowym, pełniąc w nim różne role	Zajęcia projektowe	Zaliczenie na podstawie raportu i prezentacji wyników projektu	U14
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k01	Potrafi dokonywać krytycznej oceny zagrożeń dla społeczeństwa powodowanych przez nadajniki systemów radiokomunikacyjnych, w oparciu o poznane normy i wymagania dotyczące maksymalnych poziomów promieniowania radiowego.	Zajęcia projektowe	Zaliczenie na podstawie raportu i prezentacji wyników projektu	K03

TECHNIKA RADIA PROGRAMOWALNEGO W ZASTOSOWANIACH

SDR TECHNOLOGY IN APPLICATIONS

Poziom kształcenia:	<i>drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Telekomunikacja</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Techniki Bezprzewodowe i Multimedialne</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych</i>
Koordynator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obowiązkowy</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	<i>2</i>
Minimalny numer semestru:	<i>-</i>
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	<i>-</i>
Dyskonta	<i>-</i>
Limit liczby studentów:	<i>-</i>

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Zmiana programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Nowa specjalność Techniki Bezprzewodowe i Multimedialne.

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest przedstawienie istotnych zagadnień związanych z projektowaniem systemów Radia Programowalnego (ang. Software Defined Radio) ze szczególnym uwzględnieniem przetwarzania kwadraturowych sygnałów cyfrowych w paśmie podstawowym (*baseband processing*) oraz aplikacji na obecnie dostępnych platformach klasy SDR.

Skrócony opis przedmiotu:

W ramach pierwszej części kursu omówione zostaną algorytmy cyfrowego przetwarzania sygnałów radiowych kluczowe dla realizacji współczesnych systemów bezprzewodowych, sposoby ich efektywnej symulacji w czasie rzeczywistym (GNURadio + urządzenia klasy USRP). Druga część poświęcona będzie praktycznemu użyciu technologii SDR jako narzędzia do: implementacji wybranych standardów (np. węzeł IoT, BLE, WiFi) pomiarów i diagnostyki systemów radiowych oraz analizy bezpieczeństwa (PenTesting) radiowego oraz. Przedstawiony zostanie przegląd urządzeń i oprogramowania SDR.

Treści kształcenia:

1. Sygnał radiowy
 - definicja, miary jakości i cechy charakterystyczne dla sygnału radiowego, a także wskazanie różnic względem innych rodzajów sygnałów (np. sygnałów audio, pomiarowych z czujników itp.),

- przypomnienie podstawowych schematów modulacji jako immanentnej cechy intencjonalnie transmitowanego sygnału informacyjnego,
 - podstawowe problemy związane z przekazywaniem informacji za pomocą sygnału radiowego (stosunek sygnał-szum, zakłócenia, zniekształcenia, skutki wielodrogowości, itp.),
 - reprezentacja sygnału radiowego w domenie cyfrowej (składowe kwadraturowe I i Q), podstawowe parametry sygnału cyfrowego (częstotliwość próbkowania, rozdzielczość bitowa, relacje czas-częstotliwość, obrazowanie w dziedzinie czas/częstotliwość/ czas-częstotliwość)
2. Architektury sprzętowe stosowane w systemach SDR
 - systemy z niezerową częstotliwością pośrednią,
 - systemy z zerową częstotliwością pośrednią,
 - próbkowanie bezpośrednie – wskazanie ograniczeń sprzętowych częstotliwość/szerokość przetwarzanego pasma/dynamik
 3. Rodzaje procesorów sygnałowych używanych do przetwarzania cyfrowych sygnałów radiowych
 - procesory sygnałowe ogólnego przeznaczenia (komputer),
 - procesory sygnałowe dedykowane konkretnym aplikacjom,
 - układy FPGA,
 - układy ASIC
 - mikrokontrolery z interfejsem radiowym i reprogramowalnym stosem protokołu komunikacyjnego
 4. Metodyka projektowania reprogramowalnej warstwy systemów SDR
 - narzędzia do symulacji i prototypowania systemów SDR (GNU Radio, Matlab, LabView, itp.),
 - reprezentacja systemu za pomocą bloków funkcjonalnych połączonych w grafie przepływu sygnału cyfrowego,
 - środowisko prototypowania typu offline vs. przetwarzanie w czasie rzeczywistym
 - gotowe IP core'y SDR dla mikrokontrolerów i FPGA
 - istotne aspekty przetwarzania sygnałów radiowych: przepływności strumieni przetwarzanych danych a wymagania współczesnych standardów transmisji bezprzewodowej, złożoność obliczeniowa algorytmów, arytmetyka obliczeń
 5. Omówienie środowiska do prototypowania systemów SDR na przykładzie GNURadio Companion
 - interfejs, zasady pracy ze środowiskiem,
 - tworzenie przykładowego projektu z gotowych bloków,
 - implementacja własnego bloku funkcjonalnego (kodowanego w C, Python)
 6. Typowe ścieżki przetwarzania sygnałów radiowych na przykładach współczesnych systemów radiowych ze wskazaniem na wspólne bloki funkcjonalne pojawiające się w większości systemów:
 - nadajnik analogowy FM,
 - nadajnik radiolinii QPSK,
 - nadajnik DVB-T,
 - odbiornik DAB,
 7. Przemiana częstotliwości w dziedzinie cyfrowej (ang. Digital Up/Down Conversion)
 - przyczyny stosowania,
 - decymacja/interpolacja,
 - filtr SOI,
 - algorytm CORDIC
 8. Modulator i demodulator omówiony na przykładzie wybranych prostych schematów modulacji (np. BPSK, QPSK, QAM)
 - przypomnienie podstawowych pojęć: symbol modulacyjny, wykres konstelacji,
 - filtr podniesionego cosinusa,
 - mapowanie przesyłanych bitów informacyjnych na punkty na konstelacji (i odwrotnie),
 - omówienie przykładowych implementacji
 9. Synchronizacja odbiornika
 - problem różnych częstotliwości fali nośnej, oraz nieidentycznego próbkowania w nadajniku i odbiorniku,
 - synchronizacja ramkowa,
 - przykładowe rozwiązania i ich implementacje (do późniejszego wyboru)
 - techniki przekazywania zegara w zmodulowanym sygnale,
 - sekwencje treningowe,

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TBM, przedmiot obowiązkowy, nowy – TRPZ

- pętla Costasa,
 - dostrajanie częstotliwości (w dziedzinie cyfrowej i analogowej)
10. Algorytmy korekcji nieidealności toru analogowego
 - eliminacja składowej stałej
 - kompensacja IQ
 11. Algorytmy korekcji nieidealności kanału radiowego
 - kompensacja odpowiedzi kanału radiowego
 - korekcja błędów
 12. Diagnostyka sygnałów radiowych za pomocą analizatora widma zbudowanego w technologii SDR
 - analiza w czasie rzeczywistym
 - analiza czasowo-częstotliwościowa (wykres typu wodospad)
 - konstelacja
 - miary jakości łącza radiowego
 13. Generator radiowych sygnałów arbitralnych
 14. Testy penetracyjne systemu radiowego
 - niebezpieczeństwo przechwycenia informacji, nagrania strumienia IQ, retransmisji oraz dekodowania transmisji
 - inżynieria odwrotna protokołów radiowych
 - symulacja ataku na sieć bezprzewodową
 15. Implementacja węzła sieci IoT
 - oprogramowanie czujnika z interfejsem radiowym w technologii SDR
 - zastosowanie dedykowanego mikrokontrolera z reprogramowalnym wsadem definiującym protokół komunikacyjny
 16. Implementacja odbiornika SDR - przykłady
 - odbiornik ADS-B
 - odbiornik APRS
 - odbiornik sygnałów satelitów NOAA
 - odbiornik systemu monitorowania ciśnienia w kołach (TPMS)
 17. Implementacja nadajnika SDR - przykłady
 - emulacja bezprzewodowej myszy lub klawiatury
 - nadajnik zgodny z wybranym standardem bezprzewodowym (WiFi, BLE, LoRa)
 - jammer wybranego standardu/zakresu częstotliwości
 - OpenBTS, OpenLTE

Laboratoria (15h) zorganizowane są w formie pięciu bloków tematycznych po trzy godziny zajęć. Ćwiczenia i zwarte zadania laboratoryjne obejmują swoją tematyką zagadnienia takie jak:

- bezpieczeństwo transmisji radiowej,
- implementacja wybranego bloku funkcjonalnego stosowanego w technice SDR (np. filtr, przemiana częstotliwości, decymator),
- budowa łącza radiowego w technice SDR z gotowych bloków funkcjonalnych,
- zastosowanie techniki SDR w problemach niestandardowych (np. generator nietypowych sygnałów w.cz., miernik dobroci wykonany w technice SDR),
- zastosowanie techniki SDR w zaawansowanej analizie sygnałów radiowych (praca z nowoczesnym analizatorem widma typu real-time oraz specjalistycznym oprogramowaniem).

Projekt (15h) polega na zaprojektowaniu oraz zaimplementowaniu w technice SDR prototypu części nadawczej lub odbiorczej dla cyfrowego łącza radiowego a także jego przetestowaniu przy użyciu urządzeń klasy USRP. Projekt definiowany jest w formie wymagań określających schemat modulacji, spodziewaną szybkość bitową transmisji, maksymalną dopuszczalną szerokość zajmowanego kanału itp. Realizacja projektu odbywa się w

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TBM, przedmiot obowiązkowy, nowy – TRPZ

zespołach 3...4-osobowych, w których członkowie przyjmują różne role (w tym rolę kierownika) i jest podzielona na 4 etapy (zgodnie z metodyką Double Diamond):

- a) rozpoznanie tematu, (m.in. przegląd literatury, dokumentacji do GRC lub innego środowiska prototypowego)
- b) zdefiniowanie rozwiązania, (schematy blokowe na papierze, stosowne obliczenia potwierdzające słuszność przyjętych rozwiązań)
- c) implementacja rozwiązania, (implementacja w środowisku prototypowym)
- d) testowanie rozwiązania na sprzęcie. (uruchomienie na urządzeniach klasy USRP)

Każdy etap kończy się przygotowaniem krótkiego sprawozdania, które podlega ocenie. Ponadto ostatni etap wymaga demonstracji działania zaprojektowanego łącza. Kierownik zespołu określa procentowo stopień zaangażowania w pracę zespołu każdego z członków, od czego uzależniona jest ocena za etap, natomiast praca kierownika oceniana jest przez członków zespołu. Rolę kierownika po zakończeniu etapu przejmuje inny student z danego zespołu.

Egzamin: brak (teoria jest zaliczana na podstawie dwóch kolokwiiów)

Wymiar godzinowy zajęć: 60

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
Wykład	- 30
Zajęcia Projektowe	- 15
Laboratoria	- 15

Organizacja zajęć: laboratoria (5 spotkań po 3 godziny), spotkania projektowe (w sumie 3 godz.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 62 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
laboratoria 15 godz.,
spotkania projektowe 15 godz.,
konsultacje 2 godz.
2. praca własna studenta – 65 godz., w tym
przygotowanie do zadania projektowego 10 godz.,
realizacja projektu 15 godz.,
przygotowanie do laboratoriów 20 godz.,
przygotowania do kolokwiiów 20 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 127 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,50 pkt. ECTS, co odpowiada 62 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1.77 pkt. ECTS, co odpowiada 45 godz. zajęć praktycznych.

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ³	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	Zna i rozumie aparat matematyczny stosowany w opisie i przetwarzaniu sygnałów pasma podstawowego w domenie cyfrowej	wykład	kolokwium pisemne	W01
w02	Zna ograniczenia komponentów i układów elektronicznych, z których wynikają ograniczenia w stosowaniu technologii SDR	wykład	kolokwium pisemne	W03
w03	Zna podstawowe architektury oraz algorytmy przetwarzania sygnałów stosowane we współczesnych urządzeniach radiokomunikacyjnych	wykład	kolokwium pisemne	W06, W14
w04	Ma wiedzę w zakresie technik służących przechwytywaniu, dekodowaniu, manipulowaniu i emitowaniu złośliwych komunikatów w sieciach bezprzewodowych	wykład/ laboratorium	kolokwium pisemne, ocena laboratorium	W05
w05	Ma rozbudowaną wiedzę teoretyczną w zakresie projektowania i wdrażania rozwiązań w technice SDR	wykład	kolokwium pisemne	W08
w06	Zna tendencje rozwojowe w zakresie projektowania współczesnych urządzeń radiokomunikacyjnych opartych na technologii SDR	wykład	kolokwium pisemne	W13
UMIĘJĘTNOŚCI				
u01	Potrafi implementować wybrane algorytmy cyfrowego przetwarzania sygnałów stosowane w technice SDR	laboratorium	ocena laboratorium	U02
u02	Potrafi zastosować technikę SDR do niestandardowych wyzwań	laboratorium	ocena aktywności podczas zajęć	U04
u03	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury oraz dokumentacji technicznej wykorzystywanych narzędzi do prototypowania, oraz dokonywać ich właściwej analizy, poddawać krytycznej ocenie oraz formułować na ich podstawie wnioski	projekt	raport pisemny	U01
u04	Potrafi zaprojektować na poziomie systemowym urządzenia klasy SDR z uwzględnieniem cyfrowych algorytmów przetwarzania	laboratorium, projekt	ocena aktywności podczas zajęć, raport pisemny	U02

³ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

u05	Potrafi dobrać oraz posłużyć się odpowiednimi narzędziami do prototypowania przetwarzania sygnału w systemach SDR	projekt	raport pisemny	U02
u06	Potrafi obsłużyć się nowoczesnym analizatorem widma zbudowanym w technice SDR do pomiaru i zaawansowanej analizy sygnałów w systemach bezprzewodowych	laboratorium	ocena laboratorium	U05
u07	Potrafi porównać różne rozwiązania z zakresu techniki SDR pod względem istotnych parametrów technicznych jak i ekonomicznych (np. ceny komponentów, ceny licencji IP-Core, ceny zestawów ewaluacyjnych niezbędnych do uruchomienia systemu SDR)	projekt	raport pisemny	U06
u08	Potrafi zastosować środki zapewniające bezpieczeństwo transmisji radiowej	laboratorium	ocena laboratorium	U09
u09	Potrafi zweryfikować eksperymentalnie poprawność implementacji urządzenia klasy SDR	projekt	raport pisemny	U10
u10	Potrafi przygotować w języku polskim dokumentację projektu dotyczącego budowy urządzenia klasy SDR	projekt	raport pisemny	U11
u11	Potrafi pracować w zespole pełniąc w nim wiodącą rolę (np. kierownika)	projekt	wzajemna ocena przez członków zespołu	U14
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k01	Potrafi dokonać krytycznej oceny własnej wiedzy oraz informacji pochodzących z różnych źródeł z uwzględnieniem ich wiarygodności z zakresu projektowania urządzeń w technice SDR	projekt	ocena aktywności podczas spotkań projektowych	K03
k02	Jest gotów uzupełniać i dzielić się wiedzą z zakresu projektowania urządzeń w technice SDR w sposób rzetelny i zrozumiały dla grupy docelowej	projekt	ocena aktywności podczas spotkań projektowych	K02

ZAAWANSOWANE PRZETWARZANIE DANYCH MULTIMEDIALNYCH

Advanced Multimedia Signal Processing

Poziom kształcenia:	<i>drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Telekomunikacja</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Techniki Bezprzewodowe i Multimedialne</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych</i>
Koordinator przedmiotu:	--
Poziom przedmiotu:	<i>zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obowiązkowy</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	<i>3</i>
Minimalny numer semestru:	
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	---
Dyskonta	---
Limit liczby studentów:	--

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Nowa specjalność Techniki Bezprzewodowe i Multimedialne.

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest omówienie i analiza zaawansowanych zagadnień związanych z cyfrowym przetwarzaniem danych multimedialnych, obejmujących przede wszystkim przetwarzanie sygnałów muzyki, mowy i obrazu z uwzględnieniem akustycznych i optycznych zjawisk fizycznych, ograniczeń percepcji słuchowej i wzrokowej oraz efektów psychoakustycznych. Poruszane zagadnienia będą przedstawiane w formie interaktywnej z uwzględnieniem możliwości wykorzystania metod uczenia maszynowego (w tym sieci głębokich) w analizie, przetwarzaniu i syntezie sygnałów multimedialnych.

Skrócony opis przedmiotu:

Tematyka przedmiotu obejmuje: ugruntowanie podstaw przetwarzania analogowo-cyfrowego i cyfrowo-analogowego, reprezentacje danych multimedialnych w dziedzinie czasu, częstotliwości oraz za pomocą metod czasowo-częstotliwościowych, projektowanie i podstawy programowania algorytmów przetwarzania sygnałów muzycznych, mowy i obrazu na potrzeby dźwiękowej techniki studyjnej i technik obrazowych, omówienie zagadnień syntezy, rozpoznawania i klasyfikacji sygnałów mowy, muzyki i obrazu, omówienie zagadnień redukcji szumów i zniekształceń w tych sygnałach, omówienie zagadnień lokalizacji i śledzenia źródeł dźwięku i obiektów, omówienie zagadnień zaawansowanych metod analizy czasowo-częstotliwościowej sygnałów oraz nowoczesnych metod kompresji danych cyfrowych, omówienie zagadnień ekstrakcji cech sygnałów fonicznych. Najważniejsze zagadnienia związane z przetwarzaniem danych multimedialnych będą uzupełniane o

przedstawienie możliwości wykorzystania metod uczenia maszynowego. W szczególności będą to zagadnienia związane z: rozpoznawaniem i syntezą mowy, muzyki i obiektów, rozpoznawaniem cech charakterystycznych w dźwięku, etykietowaniem muzyki, lokalizacją i śledzeniem źródeł dźwięku i obiektów w obrazach, zwiększaniem zrozumiałości mowy za pomocą redukcji szumów i zniekształceń, wspomaganiami osób niedosłyszących i niesłyszących, modelowaniem toru słuchowego człowieka, rozpoznawaniem dźwięków środowiskowych, automatyzacją procedur przetwarzania sygnałów fonicznych na potrzeby produkcji dźwięku i dźwięku w filmie.

Treści kształcenia:

Wykład (30h):

1. Zagadnienia wstępne (2h):
 - Sygnały oraz systemy foniczne i wizyjne, przetwarzanie analogowo-cyfrowe (próbkowanie, nadpróbkowanie, kwantyzacja, kształtowanie szumu), modulacje cyfrowe, przetworniki foniczne konwencjonalne (PCM) i sigma-delta (SDM).
 - Współczesne systemy przetwarzania danych multimedialnych.
2. Kompresja, kodowanie i transmisja dźwięku (3h):
 - Algorytmy kompresji stratnej z wykorzystaniem transformacji MDCT, modulacji ADPCM, SBC i innych sygnałów audio.
 - Algorytmy kompresji bezstratnej.
 - Standardy przewodowej i bezprzewodowej transmisji dźwięku.
3. Filtracja cyfrowa (2h).
 - Filtry o stałej częstotliwości próbkowania.
 - Zespoły filtrów i filtry o zmiennej częstotliwości próbkowania.
 - Filtry adaptacyjne.
4. Cyfrowe efekty dźwiękowe (4h):
 - Algorytmy przetwarzania dźwięku w dziedzinie amplitudy (procesory dynamiki sygnału, bramki szumów).
 - Algorytmy przetwarzania dźwięku w dziedzinie czasu (echo, opóźnienia, pogłos, *flanger*, *chorus*).
 - Algorytmy przetwarzania dźwięku w dziedzinie częstotliwości (korekcja charakterystyk częstotliwościowych, filtracja, redukcja szumów i zniekształceń).
5. Lokalizacja i śledzenie źródeł dźwięku, detekcja, śledzenie i rozpoznawanie obiektów, metody akwizycji i analizy obrazu (4h).
6. Algorytmy syntezy i rozpoznawania w przetwarzaniu danych multimedialnych (3h).
7. Ekstrakcja i analiza cech sygnałów dźwiękowych (2h).
8. Analiza semantyczna obrazu (2h).
9. Uczenie maszynowe w przetwarzaniu sygnałów fonicznych, obrazów i sekwencji wizyjnych (8h):
 - Wspomaganie algorytmów ASR, detekcja, klasyfikacja sygnałów dźwiękowych, rozpoznawanie mówców, języka naturalnego, tłumaczenie.
 - Detekcja, analiza, klasyfikacja i rozpoznawanie sygnałów muzycznych oraz środowiskowych.
 - Wspomaganie przetwarzania danych multimedialnych z przetworników analogowo-cyfrowych i wizyjnych w lokalizacji i śledzeniu źródeł dźwięku i obiektów.
 - Detekcja i klasyfikacja obiektów obrazach statycznych i sekwencjach obrazów.

Laboratorium (15h):

Ćwiczenia laboratoryjne są zorganizowane w formie pięciu bloków tematycznych po trzy godziny zajęć i są realizowane w zespołach 2 osobowych w grupach laboratoryjnych 8 osobowych. Treści zadań laboratoryjnych obejmują: (1) kompresję i kodowanie dźwięku oraz implementację algorytmów automatycznego rozpoznawania mowy (ASR), (2) implementację wybranych cyfrowych efektów dźwiękowych, (3) przetwarzanie sygnałów z macierzy mikrofonowych i głośnikowych oraz lokalizację i śledzenie, (4) detekcję i klasyfikację obiektów w sekwencji obrazów oraz (5) ekstrakcję i analizę cech danych multimedialnych. Student zapoznaje się również z technikami projektowania i programowania algorytmów.

Projekt (15h):

Projekt jest definiowany w formie wymagań i parametrów, jakie musi spełniać aplikacja i jest realizowany w grupach projektowych złożonych z 4-6 osób. Grupa projektowa wybiera implementację aplikacji z aktualnej listy projektów lub proponuje własną aplikację do akceptacji prowadzącego zajęcia projektowe. Treści zadań projektowych dotyczą zagadnień uczenia maszynowego w przetwarzaniu sygnałów fonicznych, obrazów i sekwencji wizyjnych.

Egzamin: tak

Wymiar godzinowy zajęć: 60

Formy prowadzonych zajęć Wymiar godzinowy zajęć

Wykład - 30

Zajęcia Projektowe - 15

Laboratoria - 15

Organizacja zajęć:

Zajęcia laboratoryjne są prowadzone w grupach 2 osobowych z podziałem na zespoły laboratoryjne liczące 8 osób (5 terminów po 3 godziny).

Projekt jest realizowany w grupach liczących od 4 do 6 osób. Spotkanie projektowe w sumie dla każdej grupy to 3 godziny.

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 64 godz., w tym*
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na laboratorium 15 godz.,
obecność na egzaminie 2 godz.
spotkania projektowe 15 godz.
konsultacje 2 godz.
2. *praca własna studenta – 61 godz., w tym*
realizacja projektu 25 godz.,
przygotowanie do laboratorium 20 godz.,
przygotowanie do egzaminu 16 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 125 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:
2,56 pkt. ECTS, co odpowiada 79 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,20 pkt.
ECTS, co odpowiada 55 godz. zajęć praktycznych.

Wymagania wstępne:

Osoby uczęszczające na przedmiot powinny przede wszystkim mieć wiedzę związaną z podstawami cyfrowego przetwarzania sygnałów dźwiękowych i obrazów. Wymagana będzie również umiejętność programowania w języku Python lub korzystania ze środowiska Matlab.

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ⁴	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	Posiada uporządkowaną wiedzę o właściwościach cyfrowych sygnałów i systemów fonicznych i wizyjnych, transmisji danych multimedialnych, aktualnych standardach transmisyjnych cyfrowych sygnałów fonicznych, a także ma uporządkowaną wiedzę o algorytmach bezstratnej i stratnej kompresji danych multimedialnych.	wykład	egzamin pisemny	W06, W07 W09, W13 W14
w02	Posiada wiedzę na temat fonicznych filtrów cyfrowych o stałej i zmiennej częstotliwości próbkowania, wiedzę o projektowaniu cyfrowych efektów dźwiękowych, algorytmach syntezy i rozpoznawania informacji w danych multimedialnych.	wykład	egzamin pisemny	W06, W07 W09, W13 W14
w03	Posiada wiedzę na temat dostępnych analizy i ekstrakcji cech danych multimedialnych i wykorzystaniu ich w aplikacjach uczenia maszynowego w przetwarzaniu danych multimedialnych.	wykład	egzamin pisemny	W06, W07 W09, W13 W14
UMIEJĘTNOŚCI				
u01	Potrafi we własnym zakresie uzupełniać wiedzę niezbędną do realizacji, implementacji i analizy możliwości wykorzystania metod uczenia maszynowego w przetwarzaniu danych multimedialnych.	zajęcia projektowe	ocena projektu	U01, U02 U03, U04 U15

⁴ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

u02	Potrafi dokonać krytycznej analizy działania zaawansowanych metod przetwarzania danych multimedialnych, sformułować odpowiednie wnioski i wykorzystać dostępne oprogramowanie i narzędzia do realizacji zadań.	zajęcia laboratoryjne	ocena laboratorium	U01, U05 U06, U10 U14, U15
u03	Potrafi pracować indywidualnie i w zespole oraz odpowiednio pozyskiwać niezbędne informacje z odpowiednio dobranych źródeł wiedzy na temat cyfrowego przetwarzania danych.	zajęcia laboratoryjne zajęcia projektowe	ocena laboratorium ocena projektu	U01, U12 U14
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k01	Jest gotów uzupełniać i dzielić się wiedzą niezbędną do realizacji wybranych algorytmów przetwarzania danych multimedialnych w różnorodnych aplikacjach z obszaru mediów cyfrowych.	zajęcia projektowe	ocena projektu	K03

Kompatybilność elektromagnetyczna

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY

Poziom kształcenia:	<i>drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Telekomunikacja</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Techniki Bezprzewodowe i Multimedialne</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych</i>
Koordynator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obowiązkowy</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>angielski</i>
Semestr nominalny:	<i>2</i>
Minimalny numer semestru:	<i>-</i>
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	<i>--</i>
Dyskonta	
Limit liczby studentów:	<i>--</i>

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Nowa specjalność Techniki Bezprzewodowe i Multimedialne.

Cel przedmiotu:

Celem jest przedstawienie podstawowych mechanizmów fizycznych odpowiedzialnych za niepożądane oddziaływanie czynników zewnętrznych (takich jak silne promieniowanie elektromagnetyczne, wyładowania elektrostatyczne itp.) na działanie sprzętu elektronicznego.

Skrócony opis przedmiotu:

Po zaliczeniu przedmiotu student powinien mieć następujące kompetencje:

- wiedzę na temat mechanizmów wzajemnego oddziaływania na siebie różnych urządzeń elektronicznych za pośrednictwem pól elektromagnetycznych oraz umiejętność przewidywania zagrożeń związanych z takim oddziaływaniem, zarówno w fazie projektowania urządzeń jak i w fazie ich eksploatacji;
- wiedzę na temat systemu norm, określających dopuszczalny poziom zakłóceń elektromagnetycznych wytwarzanych przez urządzenia elektroniczne oraz metod określania zgodności z tymi normami drogą pomiarów oraz komputerowych symulacji elektromagnetycznych;
- umiejętność przewidywania realnych zagrożeń, związanych z oddziaływaniem pól elektromagnetycznych na człowieka i kompetentnego przeciwstawiania się w pracy zawodowej zarówno przypadkom niefrasobliwego

niedostrzegania zagrożeń, jak i niepotrzebnego wzniesienia paniki tam, gdzie takie zagrożenia realnie nie występują.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim:

After completing the course the student should have the following competences:

- knowledge about the mechanisms of interaction of various electronic devices and electromagnetic fields as well as the ability to predict the risks associated with such interaction, both in the design phase of the equipment and in during their normal their operation;
- knowledge about the system of standards specifying the permissible level of electromagnetic interference generated by electronic devices and methods for determining compliance with these standards by means of measurements and/or computer electromagnetic simulations;
- the ability to predict real threats related to the impact of electromagnetic fields on humans and competently oppose in professional work both cases of careless failure to recognize threats, and unnecessary panic in places where such threats do not really exist.

Treści kształcenia:

Po zaliczeniu przedmiotu student powinien mieć następujące kompetencje:

wiedzę na temat mechanizmów wzajemnego oddziaływania na siebie różnych urządzeń elektronicznych za pośrednictwem pól elektromagnetycznych oraz umiejętność przewidywania zagrożeń związanych z takim oddziaływaniem, zarówno w fazie projektowania urządzeń jak i w fazie ich eksploatacji;

- wiedzę na temat systemu norm, określających dopuszczalny poziom zakłóceń elektromagnetycznych wytwarzanych przez urządzenia elektroniczne oraz metod określania zgodności z tymi normami drogą pomiarów oraz komputerowych symulacji elektromagnetycznych;
- umiejętność przewidywania realnych zagrożeń, związanych z oddziaływaniem pól elektromagnetycznych na człowieka i kompetentnego przeciwstawiania się w pracy zawodowej zarówno przypadkom niefrasobliwego niedostrzegania zagrożeń, jak i niepotrzebnego wzniesienia paniki tam, gdzie takie zagrożenia realnie nie występują.

Treść wykładu

- Wprowadzenie. Istota problemów kompatybilności we współczesnej elektronice. Naturalne środowisko elektromagnetyczne Ziemi. (2g)
- Emisja sygnałów niepożądanych przez obwody elektroniczne. Modele w postaci prądów parzystych i nieparzystych. Promieniowanie przez pętle i pojedyncze przewody. Charakterystyki częstotliwościowe sygnałów emitowanych przez systemy cyfrowe. Emisja zakłóceń przez obwody zasilania. Wskazówki praktyczne dotyczące projektowania obwodów (wybór technologii oraz systemu połączeń) dla ograniczenia emisji zakłóceń. (3g)
- Wrażliwość na indukowanie zakłóceń i możliwości jej zmniejszania. Analogie między emisją i odbiorem zakłóceń. Indukowanie zakłóceń w pętlach i pojedynczych przewodach. Różne poziomy zakłóceń w obciążeniu bliskim i dalekim. Wskazówki praktyczne dotyczące projektowania obwodów. (3g)

- Przesłuchy w liniach wieloprzewodowych. Opis mechanizmu sprzężeń. Modele teoretyczne linii uwzględniające mechanizmy przesłuchów. Charakterystyki częstotliwościowe przesłuchów. Możliwości ograniczenia przesłuchów przez zastosowanie odpowiednich technologii. (4g)
- Ekranowanie. Działanie odbijające i tłumiące ekranów i ich skuteczność. Wpływ strat w ekranie. Perforacje a skuteczność ekranowania. Prawidłowe uziemianie ekranów. (3g)
- Ładunki elektrostatyczne i ich wpływ na funkcjonowanie urządzeń elektronicznych. Mechanizmy gromadzenia ładunków elektrostatycznych (w przyrodzie i w laboratorium). Mechanizmy wyładowań w atmosferze. Wyładowania pierwotne i wtórne w laboratorium. Kumulacja ładunku w ciele człowieka i jej skutki. Metody eliminacji wyładowań lub ograniczania ich wpływu na pracę urządzeń elektronicznych. (3g)
- Zakłócenia przenoszone przez przewody. Zjawisko emisji zakłóceń przez zewnętrzną sieć energetyczną spełniającą rolę anteny. Metody ograniczania zakłóceń transmitowanych do sieci energetycznej. Możliwości pomiaru, sieci sztuczne. Rodzaje filtrów ograniczających emisję i ich zastosowanie. Przykłady konstrukcji takich filtrów i ich strojenia. Zasilacze jako źródła zakłóceń. Szczególne cechy zasilaczy impulsowych. (3g)
- Oddziaływanie pól elektromagnetycznych na człowieka. Pojęcie SAR. Parametry elektryczne ciała ludzkiego. Absorpcja promieniowania w różnych zakresach częstotliwości. Aktualny stan wiedzy na temat szkodliwości promieniowania. Zagrożenia w środowisku pracy. Prezentacje wyników symulacji absorpcji promieniowania pochodzących od urządzeń radiokomunikacji ruchomej i radiostacji. (2g)
- Pomiary szkodliwego promieniowania i wrażliwości na zakłócenia. Omówienie metod pomiaru. Pomiary w komorze TEM, GTEM, komorze bezechowej i innych typach komór. Otwarte poligony pomiarowe. Pomiary w środowisku naturalnym. Przegląd sprzętu pomiarowego koniecznego do badań. Wymagania na anteny pomiarowe. (4g)
- Normy na kompatybilność elektromagnetyczną i ich egzekwowanie. Omówienie podstawowych norm. Różnice norm dla środowiska profesjonalnego i sprzętu powszechnego użytku. Sposoby egzekwowania zgodności z normami. Symulacyjne określanie zgodności urządzeń z normami. (3g)

Egzamin: tak

Wymiar godzinowy zajęć: 45

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
--------------------------	------------------------

Wykład	- 30
--------	------

Laboratoria	- 15
-------------	------

Organizacja zajęć:

Podstawową formą przekazywania informacji w ramach przedmiotu jest **wykład** w wymiarze 2h tygodniowo. Planuje się zorganizowanie kilku **zajęć laboratoryjnych** w ramach przedmiotu. Treści przekazywane podczas tych zajęć będą rozwijać lub ilustrować pojęcia i zjawiska prezentowane podczas wykładu. Każde z zajęć laboratoryjnych będzie trwało 3h i będzie prowadzone w zespołach 2-3 osobowych z podziałem na zespoły laboratoryjne liczące 6-8 osób w celu ułatwienia organizacji zajęć i umożliwienia prowadzenia kilku ćwiczeń laboratoryjnych jednocześnie. W ramach zajęć laboratoryjnych planuje się następujące ćwiczenia:

- Emisja z przewodów łączących dwa przykładowe układy (podsystemy) systemu telekomunikacyjnego. Zastosowanie skanerów pola bliskiego.
- Odporność połączeń przewodowych i połączeń zrealizowanych na płytkach drukowanych na promieniowanie elektromagnetyczne. Zastosowanie komór typu TEM lub GTEM w pomiarach kompatybilnościowych.

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TBM, przedmiot obowiązkowy, zmodyfikowany – EMC

- Zaburzenia przenoszone poprzez połączenia kablowe (zaburzenia przewodzone), metody pomiarowe i typowe poziomy graniczne. Zastosowanie sieci sztucznych w pomiarach zaburzeń przewodzonych i promieniowanych.
- Pomiary skuteczności ekranowania wybranych obudów dla układów elektronicznych. Podstawowe elementy zabezpieczające (uszczelki EMI, sposoby wentylowania wnętrza obudowy, wyprowadzenia kablowe i ich wpływ na działanie obudowy).
- Zajęcia w profesjonalnej komorze EMC w jednej z instytucji w Warszawie lub w okolicach (ITE PREDOM, PIT-RADWAR, Główny Urząd Miar, WIŁ, WZŁ, UKE, WITU, WAT) mające na celu przeprowadzenie pomiarów poziomów emisji.

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

UWAGA: 1 punkt ECTS odpowiada min. 25 i max. 30 godzinom pracy studenta w semestrze, czyli dla ECTS=5 student musi przepracować od 125 do 150 godzin – należy to uwzględnić w dalszych obliczeniach!

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 53 godz., w tym:
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na laboratorium 15 godz.,
obecność na egzaminie 4 godz.,
obecność na konsultacjach 4 godz.
2. praca własna studenta – 47 godz., w tym
przygotowanie do laboratorium 32 godz.,
przygotowanie do egzaminu 15 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

UWAGA: 1 punkt ECTS odpowiada w tym przypadku 25 godz. pracy studenta, a więc mieści się w dozwolonym przedziale.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,12 pkt. ECTS, co odpowiada 50 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,88 pkt. ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 32 godz. przygotowań do laboratorium.

Wymagania wstępne:

Student zapisujący się na wykład ma za sobą podstawowy kurs analizy matematycznej, oraz podstawowy kurs fizyczny dotyczący teorii pola elektromagnetycznego, zna prawa Ampera i Faradaya (r. Maxwella), zna podstawowe rodzaje przewodnic falowych (TEM). Zna podstawowe zagadnienia związane z techniką pomiarową wysokich częstotliwości (podstawowe przyrządy, podstawowe pojęcia, jak impedancja charakterystyczna itp.).

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ⁵	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	Ma pogłębioną wiedzę w zakresie analizy i opisu zjawisk (warstwa fizyczna) związanych z przenikaniem sygnałów zewnętrznych i własnych do systemu oraz mechanizmów fizycznych i wpływających na efektywność jego działania	Wykład, zajęcia laboratoryjne, prezentacje	Egzamin, ocena zajęć laboratoryjnych	W02
w02	Posiada znacząco rozbudowaną wiedzę z zakresu wybranych obszarów z kierunków pokrewnych, takich jak elektronika, a zwłaszcza kompatybilność elektromagnetyczna	Wykład, zajęcia laboratoryjne, prezentacje	Egzamin, ocena zajęć laboratoryjnych	W03
w03	Posiada wiedzę kierunkową w obszarach i zagadnieniach kluczowych dla telekomunikacji, takich jak kompatybilność elektromagnetyczna	Wykład, zajęcia laboratoryjne, prezentacje	Egzamin, ocena zajęć laboratoryjnych	W09
w04	Ma wiedzę niezbędną do rozumienia i uwzględniania społecznych, ekonomicznych, prawnych (w postaci norm i standardów pomiarowych oraz ustaw i rozporządzeń wprowadzających te standardy w życie) i innych pozatechnicznych uwarunkowań w działalności inżynierskiej i badawczej	Wykład	Egzamin	W15
w05	Zna i rozumie procesy zachodzące w cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych, a zwłaszcza degradację ich działania w wyniku narażeń (wyładowań elektrostatycznych, zaburzeń przewodzonych)	Wykład, zajęcia laboratoryjne, prezentacje	Egzamin, ocena zajęć laboratoryjnych	W18
UMIEJĘTNOŚCI				
u01	Potrafi pozyskiwać informacje z norm i standardów pomiarowych oraz formułować na ich podstawie wnioski pozwalające na projektowania kampanii pomiarowej i interpretacji uzyskanych wyników	Wykład, zajęcia laboratoryjne	Egzamin, ocena zajęć laboratoryjnych	U01
u02	Potrafi wykorzystać poznane metody i modele matematyczne oraz środowiska obliczeniowe do analizy odporności systemów za zaburzenia elektromagnetyczna własne i zewnętrzne.	Wykład, zajęcia laboratoryjne	Egzamin, ocena zajęć laboratoryjnych	U02
u03	Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi	Wykład, zajęcia	Egzamin, ocena zajęć	U05

⁵ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

	pomiar i badanie zjawisk związanych z kompatybilnością elektromagnetyczną w systemach telekomunikacyjnych	laboratoryjne	laboratoryjnych	
u04	Potrafi zastosować środki zapewniające bezpieczeństwo użytkowania sieci zasilania w zakresie odpowiednim dla wybranej specjalności (filtry sieciowe, dobór właściwych komponentów, itp.)	Wykład, zajęcia laboratoryjne	Egzamin, ocena zajęć laboratoryjnych	U09
u05	Ma umiejętności językowe w zakresie pojęć z obszaru kompatybilności elektromagnetycznej stosowanych w treści norm i standardów pomiarowych	Wykład, zajęcia laboratoryjne	Egzamin, ocena zajęć laboratoryjnych	U13
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k01	Potrafi dokonywać krytycznej oceny własnej wiedzy oraz informacji pochodzących z różnych źródeł z uwzględnieniem ich wiarygodności, znaczenia oraz potencjalnych zysków i zagrożeń dla społeczeństwa w obszarze kompatybilności elektromagnetycznej i oddziaływania fal elektromagnetycznych na ludzi.	Wykład	Egzamin	K03
k02	Potrafi powoływać się na zdobytą wiedzę oraz autorytety ekspertów w rozmowach oraz dyskusjach dotyczących zagadnień z obszaru radiokomunikacji, a zwłaszcza jej wpływu na zdrowie ludzi.	Wykład	Egzamin	K02
k03	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny z uwzględnieniem interesu społecznego jakim jest zachowanie zgodności z normami definiującymi wymagania dla urządzeń funkcjonujących w sferze publicznej (np. urządzenia zasilane z ogólnodostępnej sieci elektroenergetycznej)	Zajęcia laboratoryjne	ocena zajęć laboratoryjnych	K01

MIKROKONTROLERY W SYSTEMACH TRANSMISJI BEZPRZEWODOWEJ

Poziom kształcenia:	<i>drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Telekomunikacja</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>TBM</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych</i>
Koordynator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obieralny</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	<i>---</i>
Minimalny numer semestru:	<i>2</i>
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	<i>---</i>
Dyskonta	<i>---</i>
Limit liczby studentów:	<i>...</i>

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Nowa specjalność Techniki Bezprzewodowe i Multimedialne.

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zagadnieniami związanymi z wykorzystaniem mikrokontrolerów we współczesnych układach stosowanych w układach transmisji bezprzewodowej: budową układów, ich oprogramowaniem i testowaniem.

Skrócony opis przedmiotu:

Treść wykładu obejmuje zagadnienia związane z zastosowaniem systemów mikrokontrolerowych w urządzeniach, w których jest wykorzystywana transmisja bezprzewodowa. Po przedstawieniu klasyfikacji sieci bezprzewodowych oraz mikrokontrolerów typowo wykorzystywanych w układach transmisji bezprzewodowej zostaną omówione podstawowe architektury urządzeń transmisji radiowej oraz elementy architektury mikrokontrolerów. Kolejną część wykładu dotyczy podstawowych układów mikrokontrolerów powszechnie wykorzystywanych w urządzeniach IoT: układów zapewniających ultraniski pobór energii oraz mikrokontrolerów rodziny ARM Cortex-M. Znaczna część wykładu jest poświęcona opracowywaniu oprogramowania. Przedstawione treści dotyczą zasad tworzenia aplikacji jednowątkowych oraz aplikacji wielowątkowych w systemach czasu rzeczywistego. W końcowej części wykładu zostaną omówione zagadnienia związane ze specyfiką realizacji układów umożliwiających transmisję w sieciach komórkowych NB-IoT i LTE-M, LoRaWAN, WiFi i Bluetooth 5.x.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielski:

The course provides background necessary to efficient use of microcontrollers in wireless network devices. The course starts with classification of wireless network standards followed by a description of the roles performed by microcontrollers in radio devices. The basic architectures of radio transmission devices and elements of the microcontroller architecture will be presented. The next part of the lecture concerns two major groups of microcontrollers commonly used in radio designs: ultra-low power devices and ARM Cortex-M microcontrollers. Significant part of the lecture deals with microcontroller software development. Real Time Operating Systems will be presented, principles of creating single- and multi-threaded applications will be discussed. In the final part of the course, topics related to the implementation of wireless systems compliant with the NB-IoT, LTE-M, LoRaWAN, WiFi and Bluetooth 5.x standards will be presented.

Treści kształcenia:

Wykład:

Wprowadzenie

Sieci radiowe - standardy, moduły radiowe. Rola mikrokontrolera w układach transmisji bezprzewodowej. Klasyfikacja mikrokontrolerów.

Mikrokontroler jako element układu radiowego

Budowa mikrokontrolerów Jednostka centralna, Generatory sygnałów zegarowych, Przerwania, Cyfrowe układy wejścia-wyjścia, Rodzaje pamięci, Układy czasowe, Interfejsy szeregowo (m.in. I2C, UART, SPI, QSPI). Dynamiczny dostęp do pamięci (DMA). **Architektury mikrokontrolerów w układach radiowych** Architektury mikrokontrolerów zawierających część radiową (architektury z jednym rdzeniem, architektury wielordzeniowe). Mikrokontrolery wielosystemowe.

Mikrokontrolery w układach transmisji bezprzewodowej

Mikrokontrolery o ultraniskim poborze energii Architektury, Mikrokontrolery z pamięcią ferroelektryczną. Tryby pracy mikrokontrolera. Przykładowe układy. Wpływ układów peryferyjnych na pobór prądu. Metody oceny poboru energii. **Mikrokontrolery ARM rodziny Cortex-M:** Rodzaje mikrokontrolerów, Porównanie układów rodziny Cortex-M (m.in. architektur, wydajności, dostępnych układów peryferyjne, poboru energii). Tryby pracy układów.

Oprogramowanie mikrokontrolerów

Oprogramowanie jednowątkowe (zasady realizacji oprogramowania, architektura programu, wykorzystanie przerwań). Zalety i wady techniki programowania jednowątkowego. **Systemy czasu rzeczywistego** Działanie systemu czasu rzeczywistego (zadania, zdarzenia, synchronizacja zadań, obsługa przerwań, priorytetyzacja zadań), Sterowniki układów peryferyjnych i czujników. Zarządzanie zużyciem energii. Zasady tworzenia aplikacji wielowątkowych. Klasyfikacja systemów (FreeRTOS, TI-RTOS embOS). **Oprogramowanie sterujące transmisją wieloprotokółową** Koncepcja i realizacja sterownika DMM (Dynamic Multi-protocol Manager). **Środowiska i narzędzia programowe** Przegląd środowisk programowania, Fazy tworzenia programu (kompilacja, linkowanie, debugowanie), Programatory, podstawowe narzędzia i techniki diagnostyczne. Ocena zużycia energii.

Specyfika realizacja układów transmisji w przykładowych sieciach bezprzewodowych

Realizacja układów transmisji w sieciach komórkowych Budowa typowych modemów IoT, Działanie modemu w sieci komórkowej. Procedury związane z transmisją i odbiorem danych. Komunikacja modemu z mikrokontrolerem. Wykorzystanie stosów protokołów. **Realizacja układów transmisji w sieci LoRaWAN** Budowa typowych układów LoRa, Realizacja procedur transmisji i odbioru w sieci

LoRaWAN. Wybór trybu transmisji. **Układy transmisji w sieci WiFi** Budowa i działanie modułów WiFi, komunikacja z modułami. Rozwiązania jednoukładowe. **Realizacja układów transmisji w sieci Bluetooth 5.x** Budowa typowego modułu Bluetooth. Organizacja stosu protokołów. Komunikacja stosu z aplikacją. Realizacja różnych ról urządzenia (urządzenia peryferyjne i centralne). Architektury jednoukładowe i z odrębnym układem radiowym.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne mają na celu zapoznanie studentów z technikami programowania i uruchamiania systemów mikrokontrolerowych w układach transmisji bezprzewodowej. Podczas ćwiczeń zadaniem studentów jest opracowanie i uruchomienie oprogramowania oraz przeprowadzenie testów opracowanego rozwiązania. Programowanie układów będzie realizowane w języku C. Do dyspozycji studentów będą biblioteki funkcji. Instrukcje do poszczególnych ćwiczeń będą zawierały opisy układów i wykorzystywanego oprogramowania.

Wykaz ćwiczeń:

Oprogramowanie układu nadajnika Bluetooth 5

W trakcie ćwiczenia studenci opracują i przetestują oprogramowanie układu SoC (System on Chip) firmy Nordic Semiconductors realizującego transmisję w standardzie Bluetooth 5. Oprogramowanie będzie działało w systemie operacyjnym RTOS. Zakres badań obejmuje weryfikację transmisji za pomocą aplikacji działającej na smartfonie, określenie poboru energii przez układ.

Realizacja transmisji z użyciem modułów LoRaWAN

W trakcie ćwiczenia studenci połączą układ złożony z modułu uruchomieniowego procesora ARM i modułu radiowego sieci LoRaWAN, a następnie opracują program umożliwiający transmisję z użyciem różnych trybów pracy modułu radiowego. Transmitowane komunikaty będą analizowane za pomocą bramki sieci LoRa. Zakres badań obejmuje również obserwację sygnałów w łączu szeregowym pomiędzy układami, obserwację sygnałów w łączu radiowym - widma i czasu trwania pakietów, określenie poboru energii.

Badanie wpływu oprogramowania na pobór energii układu transmisji radiowej

Zadaniem studentów będzie opracowanie i optymalizacja prostego oprogramowania mikrokontrolera z rodziny MSP430FR sterującego układem radiowym pracującym w paśmie 868 MHz. W trakcie ćwiczenia zostanie zbadany wpływ oprogramowania na pobór prądu przez opracowany układ. Zostaną przetestowane różne tryby pracy mikrokontrolera i układu radiowego.

Badanie układu transmisji wieloprotokółowej

Zadaniem studentów będzie opracowanie oprogramowania umożliwiającego zmianę standardu łącza radiowego (Zigbee, Thread, Bluetooth 5) podczas pracy mikrokontrolera. W programowaniu zostaną wykorzystane funkcje sterownika DMM (Dynamic Multi-protocol Manager). Badania układu będą obejmowały obserwację sygnałów w.cz. nadawanych przez układ oraz obserwację poboru prądu podczas przełączania pomiędzy transmisjami.

Realizacja układu transmisji WLAN

W ramach ćwiczenia zadanie studentów będzie polegało na dołączeniu do układu mikrokontrolera modułu WiFi, oprogramowanie mikrokontrolera i przeprowadzenie testów układu polegających na weryfikacji funkcjonalnej za pomocą programu Wireshark oraz obserwacji poboru prądu przez układ w różnych fazach transmisji. Opracowany układ będzie współpracował ze standardowym ruterem sieci WiFi.

Egzamin: *nie*

Wymiar godzinowy zajęć: 45

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
<i>Wykład</i>	- 30
<i>Laboratoria</i>	- 15

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

UWAGA: 1 punkt ECTS odpowiada min. 25 i max. 30 godzinom pracy studenta w semestrze, czyli dla ECTS=5 student musi przepracować od 125 do 150 godzin – należy to uwzględnić w dalszych obliczeniach!

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

- 1. liczba godzin kontaktowych – 50 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na laboratorium 15 godz.,
konsultacje 5 godz.*
- 2. praca własna studenta – 50 godz., w tym
przygotowanie do kolokwium 20 godz.,
przygotowanie do laboratorium 15 godz.,
opracowanie wyników ćwiczenia 15 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

UWAGA: 1 punkt ECTS odpowiada w tym przypadku 25 godz. pracy studenta, a więc mieści się w dozwolonym przedziale. Oczywiście liczba godzin 100 mieści się również w przedziale dozwolonym dla 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2 pkt. ECTS, co odpowiada 50 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,71 pkt. ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 15 godz. przygotowań do laboratorium i 15 godz. na opracowanie wyników.

Wymagania wstępne:

Student uczestniczący w przedmiocie powinien posiadać znajomość podstawowych zagadnień związanych z transmisją bezprzewodową oraz umiejętność programowania w języku C.

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ⁶	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	Posiada wiedzę związaną z wykorzystaniem mikrokontrolerów we współczesnych urządzeniach sieci bezprzewodowych.	wykład	kolokwia wykładowe, sprawozdania z ćwiczeń	W09
w02	Zna i rozumie metody, techniki oraz narzędzia stosowane przy opracowywaniu oprogramowania urządzeń współczesnych systemów radiowych.	wykład	kolokwia wykładowe,	W14
w03	Ma specjalistyczną wiedzę w zakresie projektowania i badania mikrokontrolerowych urządzeń radiowych wykorzystywanych w systemach telekomunikacyjnych.	wykład	kolokwia wykładowe,	W04
w04	Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie modułów wykorzystywanych do transmisji bezprzewodowej.	wykład	kolokwia wykładowe,	W11
w05	Ma wiedzę o aktualnych trendach oraz najnowszych osiągnięciach z zakresu techniki mikrokontrolerowej i modułów radiowych.	wykład	kolokwia wykładowe,	W13
UMIEJĘTNOŚCI				
u01	Potrafi wykorzystywać zdobytą wiedzę w obszarze projektowania i implementacji oprogramowania systemów mikrokontrolerowych stosowanych w systemach łączności bezprzewodowej.	wykład, ćwiczenia laboratoryjne	kolokwia wykładowe, sprawozdania z ćwiczeń	U02
u02	Potrafi dokonywać wyboru właściwych sposobów i narzędzi do rozwiązywania problemów i zagadnień związanych z opracowywaniem mikrokontrolerowych urządzeń radiowych.	ćwiczenia laboratoryjne	sprawozdania z ćwiczeń	U04
u03	Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi badanie urządzeń mikrokontrolerowych wykorzystywanych w systemach i sieciach bezprzewodowych	ćwiczenia laboratoryjne	sprawozdania z ćwiczeń	U05
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k01	Potrafi dokonywać krytycznej oceny własnej wiedzy oraz informacji pochodzących z różnych źródeł z uwzględnieniem ich wiarygodności	wykład, ćwiczenia laboratoryjne	kolokwia wykładowe, sprawozdania z ćwiczeń	K03

⁶ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

PODSTAWY PROJEKTOWANIA SYSTEMÓW KOSMICZNYCH

Poziom kształcenia:	<i>studia drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Telekomunikacja</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Techniki Bezprzewodowe i Multiemialne</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Radioelektroniki i technik Multimedialnych</i>
Koordynator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>Zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>Obieralny</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>Polski</i>
Semestr nominalny:	<i>---</i>
Minimalny numer semestru:	<i>2</i>
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	<i>---</i>
Dyskonta	<i>---</i>
Limit liczby studentów:	

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Nowa specjalność Techniki Bezprzewodowe i Multimedialne.

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest przedstawienie podstawowych zagadnień związanych z projektowaniem i budową systemów, a w szczególności urządzeń elektronicznych, pracujących w przestrzeni kosmicznej (satelitów, sond kosmicznych, lądowników planetarnych, itp.).

Skrócony opis przedmiotu:

Główna tematyka przedmiotu dotyczyć będzie projektowania, budowy i działania urządzeń elektronicznych przewidzianych do pracy w warunkach przestrzeni kosmicznej.

W trakcie wykładów zostaną przedstawione informacje dotyczące specyfiki środowiska kosmicznego, architektury systemu satelitarnego/kosmicznego, przebiegu procesu projektowania systemu satelitarnego i faz projektu, weryfikacji i testów poprawnego działania urządzeń satelitarnych/kosmicznych, standardów ECSS (European Cooperation for Space Standardization) stosowanych przez Europejską Agencję Kosmiczną ESA, łączności między obiektem kosmicznym a naziemną stacją kontrolną, analiz bilansu mocy w łączu radiowym, bilansu mocy zasilania i podstaw bilansu termicznego dla urządzenia umieszczonego na orbicie.

W części ćwiczeniowej i pokazowej przedstawione będą między innymi przykłady definiowania założeń misji satelitarnej i ich wpływu na wybór odpowiednich rozwiązań układowych poszczególnych systemów satelity, analizy bilansu mocy w łączu radiowym (między satelitą a stacją naziemną, między satelitami na orbicie – roje

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TBM, przedmiot obieralny, nowy – SLID

satelitów, między satelitą a ładownikiem np. na Księżycu lub Marsie), analizy bilansu mocy zasilania, analizy bilansu termicznego.

Przedmiot składałby się z wykładu (2h), pokazów laboratoryjnych i ćwiczeń obliczeniowych (1h) oraz projektu (1h).

Treści kształcenia:

Wykład:

Wstępny plan wykładu

1. Wprowadzenie do systemów kosmicznych/satelitarnych
 - zastosowania systemów kosmicznych/satelitarnych
 - architektura systemu
 - sterowanie i monitorowanie działania urządzenia na orbicie – łączność satelita – stacja naziemna
2. Narazenia środowiskowe dla układów pracujących w przestrzeni kosmicznej
 - warunki podczas wynoszenia satelity na orbitę
 - warunki w przestrzeni kosmicznej
 - wpływ promieniowania kosmicznego na układy elektroniczne
3. Orbity satelitów i wynoszenie na orbitę
 - satelity wokółziemskie - rodzaje orbit
 - misje dalekiego kosmosu (misje księżycowe, planetarne, itp.)
 - rakiety wynoszące
 - interfejs satelita – rakieta nośna
 - rakiety – wartości graniczne narażeń środowiskowych
4. Budowa segmentu satelitarnego (satelity)
 - platforma satelitarna (struktura, system zasilania, komputer pokładowy, system łączności, system kontroli położenia, system kontroli termicznej)
 - ładunek użyteczny (przełącznik telekomunikacyjny, systemy obrazowania, aparatura naukowa)
 - interfejsy między systemami satelity
 - techniki zwiększania niezawodności – zabezpieczenia przed negatywnym wpływem narażeń środowiskowych
5. Budowa segmentu naziemnego
 - stacje naziemne
 - centrum kontroli misji
 - łączność satelita – stacja naziemna (wysyłanie telekomend, odbiór danych telemetrycznych)
6. Analiza bilansu mocy w łączy radiowym
 - łączy satelita – Ziemia
 - łączy satelita – satelita
7. Analiza bilansu mocy zasilania
8. Podstawy analizy bilansu termicznego
9. Podstawy analizy niezawodnościowej
10. Przebieg projektu misji kosmicznej
 - fazy projektu
 - modele systemu i urządzeń
 - przeglądy przebiegu projektu

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TBM, przedmiot obieralny, nowy – SLID

- testowanie - testy kwalifikacyjne i akceptacyjne
- definiowanie wymagań dla misji

11. Standardy ECSS

- seria E – standardy inżynierskie
- seria M – standardy zarządzania projektem kosmicznym
- seria Q – standardy zarządzania jakością i ryzykiem
- procedury odstępstw od standardu i dopasowania standardu

12. Problematyka bezpieczeństwa transmisji danych w łączach radiowych

Ćwiczenia audytoryjne:

Celem ćwiczeń audytoryjnych jest praktyczne zilustrowanie zagadnień omawianych na wykładzie. W ramach ćwiczeń przedstawione zostaną przykłady obliczeniowe dotyczące analizy bilansu mocy w łączu radiowym, bilansu zasilania systemów satelity oraz podstaw bilansu termicznego satelity

Projekt:

W ramach projektu studenci podzieleni na grupy projektowe (2-4 osobowe) przygotowują dla zadanych danych wejściowych koncepcję realizacji wybranego podsystemu satelity.

Egzamin: *tak*

Wymiar godzinowy zajęć: 60

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
Wykład	30
Ćwiczenia audytoryjne	15
Zajęcia Projektowe	15

Organizacja zajęć:

Zajęcia odbywają się w każdym tygodniu wg następującego schematu: wykład (2 godz.), ćwiczenia audytoryjne (1godz).

Celem ćwiczeń audytoryjnych jest ugruntowanie i sprawdzenie stopnia opanowania przez studentów materiału przedstawianego na wykładach. Zakres materiału obowiązującego na ćwiczeniach obejmuje treści przedstawione na wykładzie.

Po rozdaniu tematów projektów obowiązkowe konsultacje projektowe (1 godz./tydzień).

Celem projektu jest praktyczne wykorzystanie wiedzy przedstawionej na wykładzie, poprzez analizę wymagań, opracowanie wstępnego projektu elementów zadanego podsystemu satelity lub stacji naziemnej, oraz opracowanie dokumentacji zgodnie z wymaganiami standardów ECSS.

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 63 godz., w tym
obecność na wykładach – 30 godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych – 15 godz.,

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TBM, przedmiot obieralny, nowy – SLID

obecność na zajęciach projektowych (obowiązkowe konsultacje) 15 godz.

obecność na egzaminie – 3 godz.

2. *praca własna studenta – 41 godz., w tym*
 - przygotowanie do ćwiczeń audytoryjnych – 6 godz.,*
 - opracowanie projektu – 20 godz.,*
 - przygotowanie do egzaminu – 15 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 104 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,42 pkt. ECTS, co odpowiada 63 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,15 pkt. ECTS, co odpowiada 30 godz. zajęć wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich (zgodnie z przyjętym założeniem) plus 26 godz. pracy własnej studenta.

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ⁷	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	Zna i rozumie metody, techniki oraz narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z obszaru projektowania systemów satelitarnych/kosmicznych, w tym systemu łączności radiowej z satelitą	Wykład, ćwiczenia audytoryjne	Egzamin pisemny	W14
w02	Zna i rozumie procesy zachodzące w cyklu życia urządzeń i systemów przeznaczonych do pracy w warunkach przestrzeni kosmicznej	Wykład, ćwiczenia audytoryjne	Egzamin pisemny	W18
w03	Ma wiedzę, jak prowadzić i realizować projekty dotyczące budowy systemów i urządzeń satelitarnych/kosmicznych zgodnie z przyjętymi standardami (ECSS/CCSDS) stosowanymi przez agencje kosmiczne	Wykład, ćwiczenia audytoryjne	Egzamin pisemny	W17
UMIĘTNOŚCI				
u01	Potrafi pozyskiwać informacje z odpowiednio wyselekcjonowanych źródeł wiedzy i dokonywać ich właściwej analizy na potrzeby projektowania urządzeń/systemów przewidzianych do pracy w warunkach przestrzeni kosmicznej	Zajęcia projektowe	Zaliczenie na podstawie raportu i prezentacji wyników projektu	U01
u02	Potrafi wykorzystać poznane metody i modele matematyczne do analizy i projektowania urządzeń/systemów przeznaczonych do pracy w warunkach przestrzeni kosmicznej	Zajęcia projektowe	Zaliczenie na podstawie raportu i prezentacji wyników projektu	U02

⁷ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

SYSTEMY LOKALIZACJI I IDENTYFIKACJI

Localization and identification systems

Poziom kształcenia:	<i>drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb	
prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Telekomunikacja</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>TBM</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych</i>
Koordynator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obieralny</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>Polski</i>
Semestr nominalny:	<i>–</i>
Minimalny numer semestru:	<i>2</i>
Wymagania wstępne/zalecane	
przedmioty poprzedzające:	<i>–</i>
Dyskonta	<i>–</i>
Limit liczby studentów:	<i>--</i>

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Nowa specjalność Techniki Bezprzewodowe i Multimedialne.

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z systemami lokalizacji i identyfikacji wykorzystującymi fale radiowe oraz kształtowanie umiejętności rozumienia mechanizmów i algorytmów wykorzystywanych przy wyznaczaniu lokalizacji, przy identyfikacji z użyciem etykiet oraz przy rozpoznawaniu obiektów ukrytych lub nieznanymi.

Skrócony opis przedmiotu:

Treść przedmiotu dotyczy technik stosowanych w radiowych systemach lokalizacji i identyfikacji. Główne części wykładu poświęcone są technikom lokalizacji satelitarnej, technikom lokalizacji we wnętrzach, algorytmom systemów lokalizacji, radiowym technikom identyfikacji oraz zastosowaniu częstotliwości sub-THz i THz w identyfikacji. Przedmiot przewiduje zajęcia projektowe, na których studenci rozwiązują zadania związane z ww. tematami.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim:

The content of the course concerns techniques used in localization and identification systems. The main parts of the lectures are devoted to satellite localization techniques, indoor localization techniques, algorithms of

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TBM, przedmiot obieralny, nowy – SLID

localization systems, radio identification techniques and application of sub-THz and THz frequencies in identification. The course includes design works where students solve tasks related to the above-mentioned topics.

Treści kształcenia:

Wykład:

1. Zarys historii systemów lokalizacji. Podstawowe techniki stosowane w lokalizacji.
2. Satelitarne systemy lokalizacyjne. Wyznaczanie pozycji. Błędy pomiaru pseudoodległości. Błąd rozmycia pozycji. Wpływ ziemskiego pola grawitacyjnego na wyznaczaną pozycję.
3. Sygnały nawigacyjne oraz depesza nawigacyjna. Odbiór korelacyjny sygnału z rozproszonym widmem. Przegląd satelitarnych systemów lokalizacyjnych.
4. Systemy wspomagające. Wiarygodność sygnałów nawigacyjnych i bezpieczeństwo odbioru. Odbiorniki wielosystemowe.
5. Lokalizacja we wnętrzach. Właściwości środowiska propagacyjnego.
6. Techniki lokalizacji we wnętrzach.
7. Algorytmy systemów lokalizacji.
8. Radiowe systemy identyfikacji. Zarys historii systemów identyfikacji. Podstawowe techniki stosowane w systemach RFID i NFC. Modulację obciążenia z podnośną. Systemy ze sprzężeniem w polu bliskim i w polu dalekim.
9. Zasada pracy czytnika i etykiety w systemach ze sprzężeniem w polu bliskim. Etykiety przeznaczone do pracy na powierzchniach metalowych.
10. Zasada pracy czytnika i etykiety w systemach ze sprzężeniem w polu dalekim. Anteny etykiet UHF.
11. Zastosowanie częstotliwości sub-THz i THz w identyfikacji. Identyfikacja materiałów niebezpiecznych z wykorzystaniem spektrometrii terahercowej.
12. Obrazowanie sub-THz. Obrazowanie koherentne i niekoherentne.

Projekt:

Przedmiotem projektu są zadania, w których studenci implementują wybrane algorytmy lokalizacji i identyfikacji i analizują ich działanie z wykorzystaniem rzeczywistych danych pomiarowych (np. dane z odbiorników systemu lokalizacji satelitarnej) lub danych syntezyowanych.

Egzamin: *tak*

Wymiar godzinowy zajęć: 60

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
---------------------------------	-------------------------------

<i>Wykład</i>	- 30
---------------	------

<i>Zajęcia Projektowe</i>	- 30
---------------------------	------

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis): *np.:*

1. *liczba godzin kontaktowych – 64 godz., w tym obecność na wykładach 30 godz., konsultacje i obrona projektu 30 godz. obecność na egzaminie 4 godz.*
2. *praca własna studenta – 42 godz., w tym przygotowanie do kolokwium 12 godz.,*

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TBM, przedmiot obieralny, nowy – SLID

wykonanie projektu 15 godz.,
przygotowanie do egzaminu 15 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 106 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:
2,42 pkt. ECTS, co odpowiada 64 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,7 pkt. ECTS, co odpowiada 30 godz. poświęconym na konsultację i obronę projektu plus 15 godz. wykonywania projektu w ramach pracy własnej.

Wymagania wstępne:

Student powinien posiadać wiedzę i umiejętności w zakresie podstawowych zjawisk związanych z propagacją fal radiowych.

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ⁸	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	Ma pogłębioną wiedzę w zakresie analizy i opisu zjawisk oraz mechanizmów fizycznych mających wpływ na wyznaczenie pozycji w systemach satelitarnych i systemach pracujących we wnętrzach.	wykład	kolokwium pisemne, egzamin pisemny	W02
w02	Posiada znacząco rozbudowaną wiedzę z zakresu sprzężeń występujących w polu bliskim i w polu dalekim.	wykład	kolokwium pisemne, egzamin pisemny	W03
w03	Ma pogłębioną wiedzę w zakresie teorii przetwarzania sygnałów wykorzystywanych w lokalizacji i identyfikacji z wykorzystaniem fal radiowych.	wykład, zajęcia projektowe	kolokwium pisemne, egzamin pisemny, sprawozdanie i prezentacja z wykonania projektu	W05
w04	Ma wiedzę w zakresie technik kontroli wiarygodności odbioru sygnałów nawigacyjnych i wykrywania ingerencji w sygnały nawigacyjne.	wykład	kolokwium pisemne, egzamin pisemny	W09
w05	Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie transmisji bezprzewodowej w systemach lokalizacji i identyfikacji.	wykład	kolokwium pisemne, egzamin pisemny	W13

⁸ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

w06	Ma wiedzę o aktualnych trendach oraz najnowszych osiągnięciach z zakresu systemów lokalizacji satelitarnej, lokalizacji we wnętrzach oraz wykorzystania częstotliwości sub-THz i THz w identyfikacji.	wykład	kolokwium pisemne, egzamin pisemny	W14
UMIEJĘTNOŚCI				
u01	Potrafi pozyskiwać informacje z dokumentacji systemów opisujących strukturę sygnału i algorytmy odbioru sygnałów w systemach lokalizacji i identyfikacji	zajęcia projektowe	sprawozdanie i prezentacja z wykonania projektu	U02
u02	Potrafi wykorzystać poznane metody i modele matematyczne oraz środowiska obliczeniowe do analizy i projektowania procedur pozyskiwania i przetwarzania danych lokalizacyjnych i danych w systemach identyfikacji.	zajęcia projektowe	sprawozdanie i prezentacja z wykonania projektu	U03
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
–	–	–	–	–

TRANSMISJA SZEROKOPASMOWA W SYSTEMACH RADIOWYCH

Poziom kształcenia:	<i>studia drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Telekomunikacja</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Techniki Bezprzewodowe i Multimedialne</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Radioelektroniki i technik Multimedialnych</i>
Koordynator przedmiotu:	--
Poziom przedmiotu:	<i>Zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>Obieralny</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>Polski</i>
Semestr nominalny:	---
Minimalny numer semestru:	2
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	---
Dyskonta	---
Limit liczby studentów:	

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Nowa specjalność Techniki Bezprzewodowe i Multimedialne.

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest przedstawienie studentom zagadnień związanych z szerokopasmową transmisją bezprzewodową oraz oszczędnym gospodarowaniem widmem częstotliwościowym.

Skrócony opis przedmiotu:

W ramach przedmiotu studenci zdobywają wiedzę dotyczącą zagadnień związanych z szerokopasmową transmisją bezprzewodową oraz oszczędnym gospodarowaniem widmem częstotliwościowym. Omawiane są problemy związane z propagacją sygnałów radiowych o szerokim paśmie, modulacja OFDM i jej zastosowania w konkretnych systemach radiowych, transmisja wieloantenowa i odbiór zbiorczy, techniki MIMO, w tym powszechnie stosowane we współczesnej radiokomunikacji kodowanie Alamoutiego. Poruszane są zagadnienia związane z radiem kognitywnym i oportunistycznym dostępem do zasobów częstotliwościowych. Studenci zapoznają się ponadto z problemami pojawiającymi przy realizacji transmisji szerokopasmowej w technice radia programowalnego (Software-defined radio).

Treści kształcenia:

Wykład:

- Właściwości i sposoby modelowania szerokopasmowego kanału radiowego, wpływ wielodrogowości na przesyłane sygnały.
- Technika OFDM – metody kształtowania i odbioru sygnału.

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TBM, przedmiot obieralny, nowy – TSSR

- Zastosowanie techniki OFDM we współczesnych systemach radiowych.
- Techniki wieloantenowe MISO i SIMO. Equal Gain Combining i Maximum Ratio Combining.
- Kodowanie Alamoutiego w systemie MISO.
- Techniki MIMO – kodowanie Alamoutiego i multipleksacja przestrzenna.
- Algorytmy detekcji w systemach MIMO – kompromis między złożonością obliczeniową a odpornością na warunki propagacyjne.
- System MIMO-OFDM – teoria i zastosowania we współczesnych systemach radiowych.
- Technika Multiuser MIMO (MU-MIMO).
- Koncepcja radia kognitywnego jako rozwiązanie problemu transmisji szerokopasmowej w sytuacji braku wolnych kanałów częstotliwościowych. Oportunistyczny dostęp do widma w nowoczesnych standardach transmisji szerokopasmowej.
- Transmisja szerokopasmowa w systemach SDR. Ograniczenia szybkości przetwarzania sygnałów radiowych we współczesnych komputerach. Elementy optymalizacji algorytmów transmisji i odbioru sygnału radiowego.

Projekt:

Celem projektu jest implementacja wybranych algorytmów odbioru sygnału radiowego (np. MIMO, OFDM), a następnie zastosowanie ich do rzeczywistych sygnałów uzyskanych za pomocą modułów radia programowalnego (SDR).

Egzamin: *tak*

Wymiar godzinowy zajęć: 60

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
Wykład	30
Zajęcia Projektowe	30

Organizacja zajęć:

Wykłady odbywają się cotygodniowo (2h).

Projekt odbywa się na zasadzie konsultacji. Studenci pobierają w czasie konsultacji fragment sygnału do analizy, po czym implementują poznane na wykładzie lub podczas indywidualnych studiów literaturowych algorytmy realizujące kolejne etapy procesu odbiorczego. Zaliczenie projektu następuje na podstawie raportu pisemnego oraz prezentacji wyników przed prowadzącym.

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 66 godz., w tym
obecność na wykładach – 30 godz.,
obecność na zajęciach projektowych 30 godz.
obecność na egzaminie – 6 godz.
2. praca własna studenta – 40 godz., w tym
opracowanie projektu – 25 godz.,
przygotowanie do egzaminu – 15 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 106, co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,49 pkt. ECTS, co odpowiada 66 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,08 pkt. ECTS, co odpowiada 55 godz. poświęconym zajęciom projektowym i pracą własną studenta związaną z realizacją projektu.

Wymagania wstępne:

Student powinien posiadać wiedzę i umiejętności w zakresie:

- programowania,
- podstawowych zjawisk rządzących propagacją fal radiowych,
- podstawowych zagadnień związanych z transmisją sygnałów radiowych (np. cyfrowe modulacje amplitudowo-fazowe, reprezentacja sygnału na płaszczyźnie I-Q)
- podstawowych zagadnień związanych z budową toru nadawczego i odbiorczego.

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ⁹	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	ma pogłębioną wiedzę w zakresie analizy i opisu zjawisk oraz mechanizmów fizycznych rządzących rozchodzeniem się fal radiowych w środowisku wielodrogowym.	wykład	kolokwium pisemne, egzamin pisemny	W02
w02	ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie transmisji bezprzewodowej.	wykład	kolokwium pisemne, egzamin pisemny	W11
w03	ma pogłębioną wiedzę w zakresie przetwarzania sygnałów wykorzystywanych w warstwie fizycznej szerokopasmowych systemów radiowych.	wykład, projekt	kolokwium pisemne, egzamin pisemny, prezentacja i raport pisemny z wykonania projektu	W06
UMIEJĘTNOŚCI				
u01	potrafi pozyskiwać informacje z dokumentów opisujących standardy transmisji radiowej.	wykład	kolokwium pisemne, egzamin pisemny	U01
u02	potrafi wykorzystać poznane metody i	wykład,	kolokwium	U02

⁹ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TBM, przedmiot obieralny, nowy – TSSR

	modele matematyczne oraz środowiska obliczeniowe do analizy i projektowania bloków pasma podstawowego urządzeń radiowych, w szczególności urządzeń realizowanych z użyciem techniki radia programowalnego.	projekt	pisemne, egzamin pisemny, prezentacja i raport pisemny z wykonania projektu	
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				

ZAAWANSOWANE SYSTEMY ANTENOWE

ADVANCED ANTENNA SYSTEMS

Poziom kształcenia:	<i>studia drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb	
prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Telekomunikacja</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>TBM</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych</i>
Koordynator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>średnio zaawansowany/zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obieralny</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	---
Minimalny numer semestru:	2
Wymagania wstępne/zalecane	
przedmioty poprzedzające:	
Dyskonta	---
Limit liczby studentów:	

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Nowa specjalność Techniki Bezprzewodowe i Multimedialne.

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zaawansowanymi systemami antenowymi, które stanowią bazę nowoczesnych systemów bezprzewodowych, w tym nacisk jest położony na systemy 5G. Po tym przedmiocie student powinien rozumieć sposób działania zaawansowanych systemów antenowych, w tym szyków antenowych i anten w systemach MIMO, umieć oszacować główne ich charakterystyk oraz umieć dobrać odpowiedni system antenowy do określonego systemu radioelektronicznego.

Treści kształcenia:

Informacje ogólne:

Przedmiot zaliczany jest w oparciu o kolokwia wykładowe, oceny z laboratoriów oraz ćwiczeń.

Opis wykładu:

1. Wprowadzenie oraz główne definicje
2. Przegląd Anten w systemach 4G
3. Wymagania stawiane antenom w systemach 5G
4. Aktualne udoskonalenia sieci bezprzewodowych za pomocą anten
 - 4.1. Wpływ możliwości anten na funkcjonalność systemów 5G
 - 4.2. Rozszerzenie widma (Sub-6 GHz i mmWave)
 - 4.3. Aktywne anteny

- 4.4. Rozłokowanie i zagęszczanie sieci
- 5. Wielelementowe układy antenowe
 - 5.1. Wyzwania i podstawy techniki antenowej
 - 5.2. Teoria szyków antenowych - listki dyfrakcyjne
 - 5.3. Przykłady jedno- i dwuwymiarowego kształtowania wiązki
- 6. Metody i funkcjonalność przetwarzania przestrzennego - zaawansowany system antenowy
 - 6.1. Techniki przetwarzania przestrzennego, „beamforming”
 - 6.2. Techniki antenowe dla MU-MIMO oraz SU-MIMO
 - 6.3. Pełnowymiarowe techniki antenowe dla MIMO
- 7. Struktura szyków antenowych dla jedno- i dwuwymiarowego kształtowania wiązki
 - 7.1. Fazowane szyki antenowe
 - 7.2. Anteny inteligentne, struktura i funkcjonalność
 - 7.3. Algorytmy określenia kierunku nadejścia sygnału (DOA)
 - 7.4. Algorytmy adaptacyjne
 - 7.5. Struktury alternatywne
- 8. Różnice między aktywnymi i pasywnymi antenami
 - 8.1. Aktywne anteny kontra anteny pasywne
 - 8.2. Porównanie massiveMIMO i mmWave
 - 8.3. Struktura sprzętowa i funkcjonalna aktywnych i pasywnych anten
 - 8.4. Testowanie aktywnych i pasywnych anten
- 9. Kompromisy dla anten systemu massive-MIMO
 - 9.1. Massive-MIMO in TDD
 - 9.2. Massive-MIMO in FDD
- 10. Wsparcie 5G dla uwydatnienia przetwarzania przestrzennego
 - 10.1. Informacja o kanale bezprzewodowym
- 11. Uwagi dotyczące widma
 - 11.1. Przydział widma FR1, FR2 i USA
 - 11.2. Architektury analogowe, cyfrowe i hybrydowe kształtowania wiązki
 - 11.3. Najważniejsze informacje o architekturze kształtowania wiązki i przypadki użycia
 - 11.4. Tłumienie sygnałów powyżej 6 GHz (deszcz, liście)
 - 11.5. Kształtowanie wiązki dla anten zakresu fal milimetrowych
- 12. Zarządzanie wiązką antenową
 - 12.1. Wstępne poszukiwanie wiązki
 - 12.2. Przełączanie/odzyskiwanie wiązki
 - 12.3. Oczyszczanie wiązki
- 13. Wydajność funkcjonalna Zaawansowanych Systemów Antenowych (ZSA) oraz scenariuszy rozłokowania
 - 13.1. Rozłokowanie wieloczęstotliwościowe
 - 13.2. ZSA w rozmaitych scenariuszy rozłokowania: urbanistyczny, podmiejski, wiejski itd.
 - 13.3. Wybór konfiguracji ZSA

Ćwiczenia:

Zakres ćwiczeń audytoryjnych:

- C1. Charakterystyki kierunkowe anten. Wpływ rozkładu prądu/pola w aperturze anteny na charakterystykę kierunkową; Budowa anten inteligentnych;
- C2. Wielelementowe systemy antenowe - rozmiary geometryczne i efektywne. Oszacowanie kierunkowości i zysku anten; wpływ zysku anten na bilans mocy systemu bezprzewodowego;
- C3. Wpływ sprzężeń pomiędzy promiennikami na charakterystyki systemu antenowego;
- C4. Anteny w systemach MIMO, wymagania i ograniczenia.

Laboratorium:

Zakres ćwiczeń laboratoryjnych:

- L1: Badanie korelacji (sprzężenia) między dwoma promiennikami;
- L2: Badanie konwencjonalnego szyku antenowego;

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TBM, przedmiot obieralny, nowy – ZSA

L3: Badanie różnych sposobów zasilania szyku antenowego;

L4: Badanie szyku antenowego z przetwarzaniem przestrzennym sygnałów.

Egzamin: *nie*

Wymiar godzinowy zajęć: 60

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
<i>Wykład</i>	- 30
<i>Ćwiczenia audytoryjne</i>	- 15
<i>Laboratoria</i>	- 15

Przewidywane formy kształcenia i organizacja przedmiotu:

Organizacja: wykład, cztery ćwiczenia audytoryjne oraz cztery ćwiczenia laboratoryjne.

Formy weryfikacji wiedzy:

1. Ocena zaliczenia przedmiotu jest równa średniej z ocen z kolokwium i z średniej z ćwiczeń laboratoryjnych.
2. Konieczne jest wykonanie i zaliczenie wszystkich czterech ćwiczeń
3. Należy uzyskać co najmniej połowę maksymalnej liczby punktów zarówno z kolokwium jak i ze wszystkich ćwiczeń.

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 60 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 15 godz.,
obecność na laboratorium 15 godz.,*
2. *praca własna studenta – 45 godz., w tym
przygotowanie do ćwiczeń i kolokwium 20 godz.,
przygotowanie do laboratorium 25 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 105 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,3 *pkt. ECTS, co odpowiada 60 godz. kontaktowym.*

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,29 *pkt. ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 25 godz. przygotowań do laboratorium plus obecność i przygotowanie do ćwiczeń audytoryjnych 20 godz.*

Efekty kształcenia/uczenia się

	Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	Zna i rozumie aparat matematyki wyższej stosowany w opisie i analizie wielu zagadnień z obszaru nauk inżynieryjno-technicznych, w szczególności w telekomunikacji	wykład / laboratorium / ćwiczenia	kolokwium / raport	K1_W01
w02	Ma pogłębioną wiedzę w zakresie analizy i opisu zjawisk oraz mechanizmów fizycznych, stanowiących podstawę realizacji różnych systemów komunikacji (warstwa fizyczna) i wpływających na efektywność ich działania	wykład / laboratorium / ćwiczenia	kolokwium / raport	K1_W02
w03	Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie transmisji przewodowej lub bezprzewodowej	wykład / laboratorium / ćwiczenia	kolokwium / raport	K1_W11
UMIEJĘTNOŚCI				
u01	Potrafi pozyskiwać informacje z odpowiednio wyselekcjonowanych źródeł wiedzy, dokonywać ich właściwej analizy, syntezy, poddawać je krytycznej ocenie oraz formułować na ich podstawie hipotezy i wnioski	laboratorium / ćwiczenia	raport	K1_U01
u02	Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi pomiar i badanie zjawisk, sygnałów i urządzeń w systemach i sieciach telekomunikacyjnych	laboratorium / ćwiczenia	raport	K1_U05

ANALIZA SEMANTYCZNA OBRAZU

Sementic Image Analysis

Poziom kształcenia:	<i>drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Telekomunikacja</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Techniki Bezprzewodowe i Multimedialne</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
Jednostka realizująca:	
Koordynator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>Zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>Obieralny</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	<i>---</i>
Minimalny numer semestru:	<i>2</i>
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	<i>---</i>
Dyskonta	<i>---</i>
Limit liczby studentów:	<i>--</i>

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Nowa specjalność Techniki Bezprzewodowe i Multimedialne.

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie słuchaczy ze współczesnymi metodami i algorytmami semantycznej analizy obrazu.

Skrócony opis przedmiotu:

Przedmiot zawiera, dyskusję podstawowych i zaawansowanych metod analizy semantycznej obrazu. W ramach przedmiotu słuchacz zostanie zaznajomiony z metodami analizy obrazów statycznych, zmiennych w czasie, wielospektralnych. Pokazanie skuteczności wprowadzonych metod w rozwiązywaniu praktycznych problemów automatycznego rozpoznawania (np.: kodu pocztowego, zdjęć twarzy, poleceń dla komputera wydawanych głosem).

Treści kształcenia:

Treść wykładu

1. Wprowadzenie. Ilustracja toru analizy obrazu na przykładach (aktywizacja sygnału, przetwarzanie wstępne, segmentacja, ekstrakcja cech, klasyfikacja, przetwarzanie danych klasyfikacyjnych).
2. Analiza kształtu. Omówienie zagadnień z zakresu: cech geometrycznych, cech momentowych, operatorów morfologicznych.

3. Zastosowania reprezentacji sygnału w dziedzinie częstotliwości. Reprezentacja Fouriera, DWT, EMD, VMD i ich zastosowanie w ekstrakcji cech z obrazu.
4. Transformacje Hougha. Podstawowy algorytm Hougha, detekcja linii, dwustopniowy algorytm Hougha i jego optymalizacja, algorytm Hougha z informacją gradientową, zastosowanie do lokalizacji twarzy w obrazie, metoda Ballarda detekcji dowolnych kształtów;
5. Algorytmy klasteryzacji danych: algorytm centroidów (LGB), jego analiza i postać neuronowa, metoda ewolucyjna VQ, algorytm neuronowy LVQ. Redukcja wymiarowości sygnału – analiza obrazów hiperspektralnych.
6. Zaawansowane techniki analizy i indeksowania obrazów - metody przetwarzania i analizy obrazu, detekcja zdarzeń, śledzenie ruchu, indeksowanie obrazu. Segmentacja obrazów cyfrowych i metody jej realizacji. Metody statystyczne w przetwarzaniu obrazów cyfrowych.
7. Podstawy projektowania systemów semantycznej analizy obrazów - omówienie pełnej ścieżki projektowania, od analizy wymagań, poprzez tworzenie projektu właściwego po końcowe testowanie. Testowanie systemów - metody testowania jakości toru przetwarzania obrazu. Przegląd metodyk, narzędzi i architektur.
8. Zastosowanie głębokich sieci neuronowych do semantycznej analizy danych obrazowych. Przegląd rozwiązań. Przykładowe architektury i modele.

Projekt:

Celem projektu jest opracowanie kompletnego systemu bazującego na metodach sementycznej analizy obrazów rozwiązującego konkretne zadanie. System powinien zawierać moduły:

- pozyskiwania danych obrazowych
- przetwarzania obrazów
- analizy obrazów

W ramach realizacji zadania projektowego przewidziane są cztery spotkania ewaluacyjne mające na celu wspólną ocenę osiągniętych kamieni milowych projektu.

1. Analiza przedstawionego problemu i zaproponowanie rozwiązań,
2. Przygotowanie danych obrazowych i/lub budowa układu wizyjnego,
3. Implementację systemu realizującego główne wymagania techniczne projektu,
4. Przeprowadzenie eksperymentu umożliwiającego testowanie opracowanego rozwiązania.

Egzamin: *nie*

Wymiar godzinowy zajęć: 45

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
Wykład	- 30
Zajęcia Projektowe	- 15

Organizacja zajęć:

Wykład prowadzony w tradycyjnej formie.

Realizacja projektu będzie podzielona na cztery etapy. Na zakończenie każdego z etapów przewidziana jest wspólna dyskusja rezultatów (2h):

- 1. Analiza przedstawionego problemu i zaproponowanie rozwiązań,*
- 2. Przygotowanie danych obrazowych i/lub budowa układu wizyjnego,*
- 3. Implementację systemu realizującego główne wymagania techniczne projektu,*
- 4. Przeprowadzenie eksperymentu umożliwiającego testowanie opracowanego rozwiązania.*

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

- 1. liczba godzin kontaktowych – 48 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
spotkania projektowe 15 godz.,
konsultacje 3 godz.,*
- 2. praca własna studenta – 52 godz., w tym
przygotowanie do zadania projektowego 5 godz.,
realizacja projektu 35 godz.,
przygotowanie do kolokwium 12 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:
1,92 pkt. ECTS, co odpowiada 48 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,2 pkt.
ECTS, co odpowiada 15 godz. spotkań projektowych plus 40 godz. przygotowania i realizacji projektu.

Wymagania wstępne:

Osoby uczęszczające na przedmiot powinny przede wszystkim mieć wiedzę związaną z podstawowymi metodami przetwarzania obrazów. Wymagana będzie również umiejętność programowania w językach wysokiego poziomu (takich jak python).

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ¹⁰	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	zna tendencje rozwojowe zachodzące w metodach semantycznej analizy obrazu	wykład	ocena kolokwium	W13
w02	zna budowę typowych systemów analizy obrazów wielowartościowych	wykład , zajęcia projektowe	ocena kolokwium	W03
w03	zna metody przetwarzania obrazów na potrzeby systemów analizy obrazów	wykład, zajęcia projektowe	ocena kolokwium	W03
w04	zna metody analizy wykorzystywane do lokalizacji, śledzenia i rozpoznawania obiektów w obrazie	wykład, analiza literaturowa	ocena kolokwium	W03
UMIEJĘTNOŚCI				
u01	potrafi projektować i tworzyć system z wykorzystaniem metod semantycznej analizy obrazu	zajęcia projektowe	ocena projektu	U02
u02	umie dobierać i stosować znane metody analizy obrazów na podstawie ogólnie zdefiniowanych zadań	zajęcia projektowe	ocena projektu	U05
u03	umie analizować i interpretować uzyskiwane wyniki semantycznej analizy obrazów	zajęcia projektowe	ocena projektu	U01
u04	potrafi zaprojektować eksperymenty testujące opracowywane metody analizy semantycznej obrazu	zajęcia projektowe	ocena projektu	U05
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k01	Jest gotów uzupełniać i dzielić się wiedzą niezbędną w semantycznej analizie obrazów oraz oceną efektywności różnych rozwiązań z tego zakresu	wykład	ocena kolokwium	K03

¹⁰ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

KOMPRESJA DANYCH

Poziom kształcenia:	<i>drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>telekomunikacja</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Informatyka w Multimedialnych</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych</i>
Koordynator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>Zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>Obieralny</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	<i>---</i>
Minimalny numer semestru:	<i>2</i>
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	<i>Podstawy Multimediiów lub Wstęp do Multimediiów</i>
Dyskonta	<i>---</i>
Limit liczby studentów:	<i>--</i>

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Nowa specjalność Techniki Bezprzewodowe i Multimedialne.

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest omówienie podstaw teoretycznych oraz metod kodowania danych, zasad realizacji prostych algorytmów kompresji, przegląd współczesnych narzędzi i standardów z uwzględnieniem potencjalnych obszarów zastosowań, analiza możliwości oraz kryteriów doboru koderów optymalnych dla określonego rodzaju danych, a także sformułowanie współczesnych paradygmatów kompresji.

Skrócony opis przedmiotu:

Zakres przedmiotu obejmuje podstawy teorii informacji (modele, reguły kodowania i zniekształceń źródeł) oraz elementy analizy funkcjonalnej, teorii aproksymacji oraz przetwarzania sygnałów. Zagadnienia implementacji omawiane są na przykładzie kodowania Huffmanna, arytmetycznego i numerycznego. Szczególny nacisk położono na analizę kodeków danych obrazowych, modelowanie danych w przestrzeni obrazu, transformacje i kodowanie kontekstowe. Studenci poznają algorytmy i standardy kompresji m.in. CALIC, EZW, JPEG-LS, JPEG, JPEG 2000, ZIP, GIF, PNG i rodziny MPEG.

Spodziewane efekty uczenia to zdobycie syntetycznej i pragmatycznej wiedzy w zakresie nowoczesnych i użytecznych metod kompresji danych multimedialnych, umiejętność konstrukcji efektywnych algorytmów kompresji różnego przeznaczenia, optymalizacji metod bazujących na otwartych bibliotekach według kryteriów dopasowanych do charakteru zastosowań, a także projektowania i realizacji testów oceny efektywności technik kompresji odwracalnej i nieodwracalnej, z analizą wyników i formułowaniem wniosków.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim:

The scope of the subject includes the basics of information theory (models, coding rules and source distortions) and elements of functional analysis, theory of approximation and signal processing. Implementation issues are discussed on the example of Huffman, arithmetic, and numeric coding. Particular emphasis is placed on image codec analysis, data modeling in image space, transformations and context coding. Students acquire knowledge of compression algorithms and standards, including CALIC, EZW, JPEG-LS, JPEG, JPEG 2000, ZIP, GIF, PNG, and MPEG families.

The expected learning effects are the acquisition of synthetic and pragmatic knowledge in the field of modern and useful multimedia data compression methods, the ability to design effective compression algorithms for various purposes, optimization of methods based on open libraries according to criteria suited to the nature of applications, as well as the design and implementation of tests for assessing the effectiveness of compression techniques reversible and irreversible, with results analysis and formulation of conclusions.

Treści kształcenia:

Wykład:

1. Wprowadzenie: przegląd i charakterystyka różnego typu danych wykorzystywanych do przekazu informacji, form ich reprezentowania (formaty, protokoły) w systemach informatycznych (głównie pliki tekstowe i graficzne, dźwięk, obrazy naturalne, medyczne, czarno-białe, wideo); podstawowe pojęcia z dziedziny kompresji, kierunki rozwoju nowoczesnych metod kompresji (1h).
2. Podstawy teorii informacji: definicje informacji, pojęcia nadmiarowości, kanału przekazu informacji, modele źródeł informacji (m.in. źródła Markowa), miary ilości informacji, twierdzenia o kodowaniu źródeł, reguły i ograniczenia efektywnego kodowania danych, kody jednoznacznie dekodowalne, praktyczne wykorzystanie modeli teoretycznych - kody optymalne (2h).
3. Podstawowe metody kodowania odwracalnego: schematy ogólne i paradygmaty bezstratnych metod kompresji, kodery długości sekwencji, Shannona-Fano, Huffmana (statyczny i dynamiczny), Golomba, i adaptacyjne modele kontekstowe (3h).
4. Efektywne metody bezstratnej kompresji danych: kodowanie arytmetyczne (m.in. szybkie kodeki binarne typu BAC i FBAC), numeryczne (ABS, tANS, rANS), słownikowe (m.in. przegląd archiwizerów rodziny ZIP) (6h).
5. Metody predykcyjne (wstecz, wprzód, DPCM, nieliniowe), predykcja w pętli rekonstrukcji z kwantyzacją, metody szeregowania pikseli, predykcja 2-D : (adaptacyjne modele przełączane, interpolacja międzypikselowa HINT, kilkietapowe), modelowanie kontekstu, kwantyzacja kontekstu (CALIC, JPEG-LS), metoda PPM (3h).
6. Podstawy metod selekcji informacji: teoria zniekształceń źródeł informacji, optymalizacja R-D, średnia informacja wzajemna, metody kwantyzacji (skalarna, wektorowa, nieliniowa) kryteria i metody oceny jakości rekonstrukcji danych, pętla rekonstrukcji z kwantyzacją (2h).
7. Kodowanie transformacyjne, transformacje 1D/2D, przekształcenie KLT, transformacja kosinusowa/sinusowa, efektywność transformacji, całkowitoliczbowe przybliżenia transformacje (Hadamarda, wersje zastosowane w standardach wideo), selekcja współczynników transformaty, transformacja falkowa, dekompozycja wielopoziomowa, flaki Haara, 5x3 i 9x7, implementacja splotowa i za pomocą filtru drabinkowego, filtrowanie na granicach. (2h)
8. Wybrane standardy kompresji obrazów: JPEG, JPEG 2000, GIF, PNG, JPEG-LS, użyte metody transformacji, modelowania i kodowania binarnego (3h).
9. Wybrane standardy kompresji sekwencji obrazów MPEG (H.26x), wzrost stopnia złożoności i efektywności kompresji w kolejnych standardach, typy ramek wideo, struktury grupy obrazów, estymacja i kompensacja ruchu, dostępne tryby kodowania, użyte metody transformacji, predykcji i kodowania binarnego (3h)
10. Kodowania dźwięku (MPEG -1/2/4, AAC) (2h).
11. Wybrane problemy implementacji koderów: efektywność kompresji, regulacja stopnia kompresji, przepustowość, opóźnienie, zasoby obliczeniowe, skalowalność obliczeniowa, (2h).
12. Kompresja wykorzystująca sieci neuronowe, wybór trybów kodowania wspomagany sieciami neuronowymi, predykcja przez sieci neuronowe, kompresja za pomocą autoenkoderów neuronowych (1h)

Projekt:

Zadania projektowe obejmują takie aktywności jak: studia literaturowe, opracowanie koncepcji i algorytmów kodowania, implementacja poznanych metod kompresji, analiza najnowszych standardów, formatów czy narzędzi (w zakresie algorytmów, dostępnych pakietów oprogramowania, optymalizacja i modyfikacja dostępnych bibliotek, implementacje sprzętowe, projektowanie i realizacja testów weryfikacji narzędzi). Treść poszczególnych zadań projektowych, stale aktualizowanych, dotyczy samodzielnej realizacji prostych aplikacji kodeków (według kodu Huffmana, arytmetycznego, Golomba, słownikowego, predykcji, transformacji, kwantyzacji, RLE, itp.) oraz narzędzi wspomagających (do liczenia entropii, do eksperymentalnej weryfikacji określonych kodeków); Projekty mogą dotyczyć również optymalizacji i testowania kodeków złożonych z wykorzystaniem dostępnych pakietów oprogramowania oraz sprzętowej syntezy wysokopoziomowej wybranych metod kompresji;

Egzamin: *tak*

Wymiar godzinowy zajęć: 45

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
--------------------------	------------------------

<i>Wykład</i>	- 30
---------------	------

<i>Zajęcia Projektowe</i>	- 15
---------------------------	------

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 50 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
spotkania projektowe 15 godz.,
konsultacje 2 godz.,
obecność na egzaminie 3 godz.*
2. *praca własna studenta – 55 godz., w tym
przygotowanie do zadania projektowego 5 godz.,
realizacja projektu 25 godz.,
przygotowanie do egzaminu 25 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 105 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,9 pkt. ECTS, co odpowiada 50 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,71 pkt. ECTS, co odpowiada 15 godz. spotkań projektowych plus 30 godz. przygotowania i realizacji projektu.

Wymagania wstępne:

Osoby uczęszczające na przedmiot powinny przede wszystkim mieć wiedzę związaną z podstawami przetwarzania multimediów. Wymagana będzie również umiejętność programowania w językach C/C++ lub językach wysokiego poziomu (takich jak python).

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ¹¹	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	Zna tendencje rozwojowe w zakresie metod i standardów kompresji danych multimedialnych.	wykład	egzamin pisemny	W13
w02	Zna paradygmaty, ograniczenia i główne metody kompresji danych.	wykład	egzamin pisemny	W03, W09, W06, W14
UMIĘTNOŚCI				
u01	Potrafi we własnym zakresie uzupełniać wiedzę niezbędną do realizacji wybranych algorytmów kompresji.	projekt	ocena projektu	U01, U07
u02	Potrafi projektować i wykonywać systemy kompresji danych zgodnie z zadaną specyfikacją poprzez analizę i przystosowanie istniejących metod oraz przy użyciu środowisk i języków programowania.	projekt	ocena projektu	U02, U05
u03	Potrafi zweryfikować analitycznie i eksperymentalnie poprawność implementacji i efektywność wybranych algorytmów kompresji.	projekt wykład	ocena projektu i egzamin pisemny	U10
u04	Potrafi przeprowadzić krytyczną analizę algorytmów i standardów kompresji.	wykład	egzamin pisemny	U06
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k01	Jest gotów uzupełniać i dzielić się wiedzą niezbędną do realizacji wybranych algorytmów kompresji oraz oceną efektywności różnych systemów kompresji danych.	projekt	ocena projektu	K03

¹¹ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

PROJEKTOWANIE URZĄDZEŃ I SYSTEMÓW AUDIO

Design of Audio Devices and Systems

Poziom kształcenia:	<i>drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Telekomunikacja</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Techniki Bezprzewodowe i Multimedialne</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych</i>
Koordynator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obieralny</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	
Minimalny numer semestru:	
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	
Dyskonta	
Limit liczby studentów:	

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Nowa specjalność Techniki Bezprzewodowe i Multimedialne.

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest szerokie omówienie parametrów, budowy i metod projektowania oraz pomiarów podstawowych typów układów, stanowiących elementy toru fonicznego oraz systemów audio o różnym stopniu złożoności: analogowych i cyfrowych (także mobilnych).

Skrócony opis przedmiotu:

Tematyka przedmiotu obejmuje proces projektowania, opis budowy oraz pomiary urządzeń oraz systemów audio. Zagadnienia odnoszą się do omówienia: podstawowych typów przetworników elektroakustycznych (mikrofony i głośniki) oraz przetworników dedykowanych do stosowania w urządzeniach mobilnych (MEMS i pochodne); budowy, metod projektowania i rozwiązań układowych podstawowych typów urządzeń audio (przedwzmacniaczy i wzmacniaczy elektroakustycznych, wzmacniaczy słuchawkowych, przedwzmacniaczy mikrofonowych, kolumn głośnikowych, fonicznych przetworników a/c i c/a, konsolet mikserskich, układów do tworzenia efektów dźwiękowych, syntezy dźwięku); systemów audio wykorzystywanych w przemyśle samochodowym, dedykowanych do strumieniowania sygnałów dźwiękowych, systemów odsłuchowych o różnym stopniu złożoności, systemów dystrybucji dźwięku cyfrowego w technice studyjnej, pomiarowej i w branży rozrywkowej; podstawowych urządzeń i systemów audio analogowych i cyfrowych (układów wzmacniaczy elektroakustycznych półprzewodnikowych i lampowych, procesorów sygnałowych w technice audio, projektowania obwodów drukowanych z układami przetwarzania analogowo-cyfrowego); metod pomiaru podstawowych parametrów urządzeń audio i oceny akustyki pomieszczeń.

Treści kształcenia:

Wykład (30h):

1. Tor foniczny analogowy (2h).
2. Tor foniczny cyfrowy (2h).
3. Przetworniki elektroakustyczne (3h):
 1. Mikrofony, głośniki, przetworniki typu MEMS.
4. Elementy toru fonicznego (3h).
5. Metody projektowania analogowych urządzeń audio (6h):
 1. Układy zasilania i prowadzenie ścieżek, separacja części analogowej i cyfrowej.
 2. Projektowanie obwodów drukowanych.
6. Projektowanie i programowanie algorytmów cyfrowego przetwarzania dźwięku (8h):
 1. Procesory sygnałowe i mikrokontrolery w technice dźwiękowej.
 2. Systemy audio w urządzeniach mobilnych.
7. Pomiary i ocena parametrów urządzeń i systemów audio (4h).
8. Pomiary i ocena akustyki pomieszczeń (2h).

Laboratorium (15h):

Ćwiczenia laboratoryjne są zorganizowane w formie pięciu bloków tematycznych po trzy godziny zajęć. Treści zadań laboratoryjnych obejmują: (1) pomiary parametrów wybranych elementów toru fonicznego, (2) badanie wpływu wybranych elementów układów i systemów audio na jakość dźwięku, (3) badanie wpływu parametrów wybranych algorytmów cyfrowego przetwarzania dźwięku na jego jakość, (4) testy subiektywne wybranej części toru fonicznego z wykorzystaniem odsłuchowych procedur pomiarowych (5) pomiary i ocena akustyki pomieszczeń.

Projekt (15h):

Projekt jest definiowany w formie wymagań i parametrów, jakie musi spełniać układ lub algorytm przetwarzania dźwięku i jest realizowany w grupach projektowych złożonych z 4-6 osób. Grupa projektowa wybiera temat z aktualnej listy projektów lub proponuje własny do akceptacji prowadzącego zajęcia projektowe. Treści zadań projektowych dotyczą zagadnień projektowania elementów analogowego i cyfrowego toru fonicznego oraz algorytmów cyfrowego przetwarzania dźwięku.

Egzamin: *nie*

Wymiar godzinowy zajęć: 60

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
<i>Wykład</i>	- 30
<i>Zajęcia Projektowe</i>	- 15
<i>Laboratoria</i>	- 15

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TBM, przedmiot obieralny, zmodyfikowany – PUSA

Organizacja zajęć:

Zajęcia laboratoryjne są prowadzone w zespołach 6 osobowych (5 terminów po 3 godziny).

Projekt jest realizowany w grupach liczących od 4 do 6 osób. Spotkanie projektowe w sumie dla każdej grupy to 3 godziny.

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 51 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na laboratorium 15 godz.,
spotkania projektowe 3 godz.
konsultacje 3 godz.*
2. *praca własna studenta – 52 godz., w tym
przygotowanie do realizacji projektu 8 godz.,
realizacja projektu 20 godz.,
przygotowanie do laboratorium 12 godz.,
przygotowanie do kolokwium 12 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 103 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:
1,98 pkt. ECTS, co odpowiada 51 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: *2,25 pkt. ECTS, co odpowiada 58 godz. zajęć praktycznych.*

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ¹²	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	Zna tendencje rozwojowe w projektowaniu urządzeń audio oraz budowę typowego toru fonicznego analogowego i cyfrowego.	wykład	kolokwium pisemne	W08, W13 W18
w02	Zna metody projektowania podstawowych systemów audio wykorzystywanych w torze fonicznym (projektowanie w symulatorach i układowe) oraz metody projektowania i budowy algorytmów przetwarzania dźwięku z wykorzystaniem mikrokontrolerów i w urządzeniach mobilnych.	wykład	kolokwium pisemne	W06, W07 W14, W18
w03	Zna metody pomiarowe podstawowych parametrów systemów audio oraz akustyki pomieszczeń.	wykład	kolokwium pisemne	W04, W06 W08
UMIEJĘTNOŚCI				
u01	Potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę, metody i narzędzia z zakresu analogowych i cyfrowych systemów audio do rozwiązania złożonych zadań.	zajęcia projektowe	ocena projektu	U02, U04 U07
u02	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, weryfikować hipotezy, pomiary i symulacje komputerowe dotyczące urządzeń i systemów audio.	zajęcia laboratoryjne	ocena laboratorium	U01, U05 U06, U14
u03	Potrafi pracować indywidualnie i w zespole oraz odpowiednio pozyskiwać niezbędne informacje z odpowiednio dobranych źródeł wiedzy na temat rozwiązań układowych i pomiarów systemów audio.	zajęcia laboratoryjne zajęcia projektowe	ocena laboratorium ocena projektu	U01 , U12 U14
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k01	Jest gotów uzupełniać i dzielić się wiedzą niezbędną do realizacji wybranych układów i aplikacji oraz oceną efektywności różnych systemów audio.	zajęcia projektowe	ocena projektu	K03

¹² Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

SŁYSZENIE I PERCEPCJA DŹWIĘKU

Hearing and Sound Perception

Poziom kształcenia:	<i>studia drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Telekomunikacja</i>
Profil studiów:	<i>Ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Techniki Bezprzewodowe i Multimedialne</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych</i>
Koordynator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obieralny</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	
Minimalny numer semestru:	
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	
Dyskonta	
Limit liczby studentów:	

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Nowa specjalność Techniki Bezprzewodowe i Multimedialne.

Cel przedmiotu:

Zaznajomienie studentów z właściwościami układu słuchowego przy analizie i przetwarzaniu dźwięku. Przedstawienie specyficznych metod analizy i modelowania uwzględniających te właściwości. Przekazanie wiedzy niezbędnej do świadomego korzystania ze środków technicznych powiązanych właściwościami układu słuchowego.

Skrócony opis przedmiotu:

Przedmiot przedstawia budowę układu słuchowego z uwzględnieniem znaczenia akustycznych właściwości ucha zewnętrznego, roli ucha środkowego oraz funkcji analitycznych ucha wewnętrznego. Omówione są zasadnicze zjawiska i cechy wrażeniowe związane ze słuchem, w powiązaniu z odpowiednimi wymiarami fizycznymi dźwięku, takie jak: filtrowanie (analiza widmowa) sygnałów w układzie słuchowym, wzajemne maskowanie (zagłuszanie) dźwięków, powstawanie wrażenia głośności i wysokości dźwięków o prostej i złożonej strukturze widma częstotliwościowego, właściwości integracyjne i rozdzielczość czasowa układu słuchowego oraz słyszenie dwuuszne (binauralne) ze szczególnym uwzględnieniem słyszenia kierunkowego i binauralnego zmniejszenia maskowania. Omówione są podstawy metod pomiarowych stosowanych w badaniach słuchu. Omówienie środków technicznych i modelowania wykorzystujących wiedzę o działaniu układu słuchowego.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim:

The course explains structure and functioning of the hearing system in relation to existing modeling. Basic information on the structure: the external, middle and inner ear is provided. Next, properties of hearing are covered, including absolute thresholds, masking, frequency selectivity, perception of loudness, pitch, timbre, temporal processing, the concept of the auditory filter, nonlinear distortion, localization of sounds, binaural unmasking, models of auditory system, psychoacoustical measurement methods for threshold measurements and supra threshold scaling of percepts.

Practicum is devoted to measurements of perceptual attributes of sound including loudness, masking, pitch, measurement of the auditory filters and perception of nonstationary signals.

Treści kształcenia:

Wykład:

1. Sprawy organizacyjne, cele i program zajęć, zasady zaliczania. Budowa i działanie układu słuchowego. Akustyczne właściwości ucha zewnętrznego i środkowego. Właściwości ucha wewnętrznego z uwzględnieniem mechanizmów aktywnych. Podstawy neurofizjologiczne słyszenia. Modele układu słuchowego. [4 godz]
2. Cechy fizyczne i wrażeniowe dźwięku. Wielkości fizyczne i wielkości wrażeniowe charakteryzujące dźwięk. Miary stosowane w opisie dźwięku. Wskaźniki obliczeniowe głośności, szorstkości, tonalności i fluktuacji obwiedni. [1 godz]
3. Głośność dźwięku. Próg słyszenia. Zakres dynamiki układu słuchowego. Prawo Webera-Fechnera. Prawo Stevensa. Sumowanie głośności w czasie i częstotliwości. Skale wartościowania głośności (skale fonów i sonów). Dyskryminacja natężenia - progi różnicowe natężenia dźwięku. Percepcja głośności dźwięków prostych (tonów) i dźwięków złożonych. [3 godz]
4. Właściwości słuchu, jako analizatora widma. Wzajemne maskowanie dźwięków. Maskowanie jednoczesne, następcze i wsteczne. Filtry słuchowe i ich modelowanie. [3 godz.]
5. Wysokości dźwięku. Wysokość dźwięków prostych (tonów) i złożonych (wielotonów harmonicznym i nieharmonicznym). Skala wrażeniowa wysokości dźwięku (skala meli). Dyskryminacja częstotliwości – progi różnicowe częstotliwości. Model percepcji wysokości dźwięków złożonych. [3 godz.]
6. Nieliniowość układu słuchowego. Tony kombinacyjne (zniekształcenia intermodulacyjne) i harmoniczne słuchowe. [2 godz.]
7. Przetwarzanie niestacjonarnych sygnałów dźwiękowych w układzie słuchowym: percepcja dźwięków zmiennych w czasie. Rozdzielczość czasowa słuchu. Postrzeganie zmian obwiedni czasowej dźwięku. [3 godz.]
8. Słyszenie dwuoszne, percepcja przestrzenna dźwięków. Lokalizacja źródła dźwięku. Odbiór dźwięku przy odsłuchu głośnikowym i słuchawkowym. Rola słyszenia dwuosznego i jednosznego. Słyszenie przestrzenne w warunkach odbić dźwięku. Zmniejszenie maskowania przy słyszeniu dwuosznym. [3 godz.]
9. Uszkodzenia słuchu. Natura uszkodzeń słuchu. Zaburzenia percepcji głośności przy uszkodzonym słuchu. Zmiany rozdzielczości częstotliwościowej, czasowej i selektywności słuchu. [2 godz.]
10. Metody pomiaru słuchu. Techniki pomiaru progów detekcji, progów dyskryminacji, skalowanie wrażeń. [4 godz.]

11. Modelowanie właściwości słuchu na użytek systemów komputerowych. [2 godz.]

Laboratorium:

1. Skalowanie głośności i dyskryminacja natężenia dźwięku: wyznaczanie krzywych poziomu głośności (w fonach), skali głośności (w sonach) oraz progów różnicowych natężenia dźwięku. [3 godz.]
2. Maskowanie: pomiar krzywych maskowania wynikających z oddziaływania pasmowego i szerokopasmowego szumu maskującego. [3 godz.]
3. Filtry słuchowe: wyznaczenie charakterystyki filtrów słuchowych metodą Pattersona (1976 r.). [3 godz.]
4. Postrzeganie zmian częstotliwości, wysokość dźwięku: wyznaczanie progu różnicowego częstotliwości, pomiar wysokości dźwięków złożonych (wielotonów). [3 godz.]
5. Postrzeganie zmian czasowych w dźwięku: pomiary integracji i dyskryminacji czasowej w układzie słuchowym oraz funkcji przenoszenia modulacji (TMTF - temporal modulation transfer function) układu słuchowego. [3 godz.]

Egzamin: *nie*

Wymiar godzinowy zajęć: 45

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
--------------------------	------------------------

<i>Wykład</i>	- 30
---------------	------

<i>Laboratoria</i>	- 15
--------------------	------

Organizacja zajęć:

Wykład prowadzony w tradycyjnej formie.

Przedmiot jest zaliczany na podstawie wyników dwóch kolokwium przeprowadzanych w czasie semestru i wyników pięciu ćwiczeń laboratoryjnych. Udział kolokwium w ocenie całkowitej wynosi 60%, a zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych 40%.

Efektom kształcenia jest uzyskanie wiedzy o charakterze podstawowym, o działaniu i właściwościach układu słuchowego oraz o metodach pomiarowych stosowanych w badaniach słuchu. Uzyskana wiedza służyć może do bardziej świadomego korzystania ze środków technicznych przy kształtowaniu dźwięku oraz być wykorzystana przy modelowaniu działania układu słuchowego w rozwiązaniach technicznych.

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 50 godz., w tym
*obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na laboratorium 15 godz.,
konsultacje 5 godz.,*
2. praca własna studenta – 55 godz., w tym
*przygotowanie do kolokwium 25 godz.,
przygotowanie do laboratorium i opracowanie wyników laboratorium 30 godz.,*

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TBM, przedmiot obieralny, zmodyfikowany – SPD

Łączny nakład pracy studenta wynosi 105 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,9 pkt. ECTS, co odpowiada 50 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,71 pkt. ECTS, co odpowiada 15 godz. obecności na laboratorium i 30 godz. przygotowania i opracowania wyników laboratorium.

Wymagania wstępne:

Wiedza związana z podstawami przetwarzania sygnałów. Wstępna znajomość środowiska Matlab.

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ¹³	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	zna zjawiska, metody i teorie stanowiące wiedzę z zakresu analizy danych związanych z właściwościami układu słuchowego	wykład, analiza literaturowa	ocena kolokwium	W01, W04, W07
w02	zna zjawiska i teorie stanowiące wiedzę z zakresu właściwości układu słuchowego możliwą do użycia przy opracowywaniu metod kompresji i przetwarzania danych multimedialnych	wykład, analiza literaturowa	ocena kolokwium	W01, W02, W06, W14
w03	zna zjawiska i teorie stanowiące wiedzę z zakresu właściwości układu słuchowego możliwą do użycia przy opracowywaniu metod komunikacji multimedialnej, w tym interfejsu człowiek-maszyna	wykład, analiza literaturowa	ocena kolokwium	W01, W02, W06, W14
UMIEJĘTNOŚCI				
u01	potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę o działaniu i modelowaniu układu słuchowego dla potrzeb informatyki multimedialnych	zajęcia projektowe	ocena projektu	U02
u02	potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, pomiary i symulacje komputerowe w odniesieniu do działania układu słuchowego w zastosowaniach do informatyki multimedialnych	zajęcia projektowe	ocena projektu	U05, U09, U07
u03	potrafi przeprowadzić krytyczną analizę istniejących w ramach informatyki multimedialnych rozwiązań technicznych z odniesieniem do właściwości układu słuchowego	zajęcia projektowe	ocena projektu	U01, U05

¹³ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k01	jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści oraz do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu	wykład	ocena kolokwium	k03

SYSTEMY DŹWIĘKU PRZESTRZENNEGO

Spatial Audio Systems

Poziom kształcenia:	<i>drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Telekomunikacja</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Techniki Bezprzewodowe i Multimedialne</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych</i>
Koordynator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obieralny</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	<i>---</i>
Minimalny numer semestru:	<i>2</i>
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	<i>---</i>
Dyskonta	<i>---</i>
Limit liczby studentów:	

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Nowa specjalność Techniki Bezprzewodowe i Multimedialne.

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest omówienie i analiza zagadnień związanych z projekcją i rejestracją dźwięku przestrzennego w pomieszczeniach, obejmujących przede wszystkim analizę mechanizmów słyszenia binauralnego, modelowania akustyki pomieszczeń, analizy i syntezy pola akustycznego oraz przetwarzania dźwięku przestrzennego w kontekście tworzenia wirtualnej rzeczywistości. Poruszane zagadnienia będą przedstawiane w formie interaktywnej z uwzględnieniem najnowszych technologii wykorzystywanych w analizie, przetwarzaniu i syntezie dźwięku przestrzennego.

Skrócony opis przedmiotu:

Tematyka przedmiotu obejmuje akustykę pomieszczeń oraz projekcję i rejestrację dźwięku przestrzennego. Zagadnienia odnoszą się do omówienia układu słuchowego i percepcji dźwięku ze szczególnym naciskiem na słyszenie binauralne; rozchodzenia się dźwięku w pomieszczeniach i przestrzeni częściowo otwartej, parametrów akustycznych pomieszczeń, nagłaśniania pomieszczeń i przestrzeni otwartych, modelowania akustyki pomieszczeń, analizy ustrojów akustycznych, lokalizacji źródeł dźwięku w przestrzeni, pomiarów i wykorzystania funkcji HRTF, auralizacji, matryc mikrofonowych i głośnikowych, śledzenia źródeł dźwięku, technik ambisonii i metod syntezy pola akustycznego, oraz analizy i przetwarzania dźwięku przestrzennego w kontekście tworzenia wirtualnej rzeczywistości.

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą: analizy mechanizmów słyszenia binauralnego, modelowania akustyki pomieszczeń, oraz analizy i syntezy pola akustycznego za pomocą macierzy mikrofonowych i głośnikowych, pomiarów funkcji HRTF, oraz realizacji nagrań z wykorzystaniem technik rejestracji dźwięku przestrzennego.

Treści kształcenia:

Wykład (30h):

1. Zagadnienia wstępne (3h):
 - Rozchodzenie się dźwięku w pomieszczeniach i przestrzeni częściowo otwartej.
 - Układ słuchowy człowieka i percepcja dźwięku.
2. Akustyka pomieszczeń (3h):
 - Parametry akustyczne pomieszczeń.
 - Nagłaśnianie pomieszczeń i przestrzeni otwartych.
3. Modelowanie akustyki pomieszczeń (3h):
 - Techniki modelowania i symulacji akustyki pomieszczeń.
 - Techniki modelowania i symulacji ustrojów akustycznych.
4. Słyszenie binauralne (4h):
 - Lokalizacja źródeł dźwięku w przestrzeni.
 - Pomiary i wykorzystanie HRTF.
 - Auralizacja.
5. Matryce mikrofonowe i głośnikowe, lokalizacja i śledzenie źródeł dźwięku (4h).
6. Analiza i synteza pola akustycznego (6h):
 - Ambisonia zerowego i wyższych rzędów.
 - Inne metody syntezy pola akustycznego (WFS - *Wave Field Synthesis*, DAC - *Directional Audio Coding*).
 - Rejestracja i przetwarzanie dźwięku przestrzennego.
 - Kodowanie dźwięku przestrzennego 3D (MPEG-H, Auro-3D, Dolby Atmos i inne).
7. Dźwięk przestrzenny w wirtualnej rzeczywistości (6h):
 - Wykorzystanie funkcji HRTF.
 - Analiza i przetwarzanie dźwięku przestrzennego w wirtualnej rzeczywistości.
 - Oprogramowanie wspomagające przetwarzanie dźwięku przestrzennego w czasie rzeczywistym.

Laboratorium (15h):

Ćwiczenia laboratoryjne są zorganizowane w formie pięciu bloków tematycznych po trzy godziny zajęć. Treści zadań laboratoryjnych obejmują: (1) analizę mechanizmów słyszenia binauralnego, (2) modelowania akustyki pomieszczeń, (3) rejestrację dźwięku i syntezę pola akustycznego za pomocą macierzy mikrofonowych i głośnikowych, (4) realizację nagrań z wykorzystaniem technik rejestracji dźwięku przestrzennego, oraz (5) pomiar funkcji HRTF.

Projekt (15h):

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TBM, przedmiot obieralny, zmodyfikowany – SDP

Projekt jest definiowany w formie wymagań i parametrów, jakie musi spełniać aplikacja i jest realizowany w grupach projektowych złożonych z 4-6 osób. Grupa projektowa wybiera implementację aplikacji z aktualnej listy projektów lub proponuje własną aplikację do akceptacji prowadzącego zajęcia projektowe. Treści zadań projektowych dotyczą zagadnień modelowania akustyki pomieszczeń, analizy oraz syntezy parametrów pola akustycznego i dźwięku przestrzennego w wirtualnej rzeczywistości.

Egzamin: *nie*

Wymiar godzinowy zajęć: 60

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
<i>Wykład</i>	- 30
<i>Zajęcia Projektowe</i>	- 15
<i>Laboratoria</i>	- 15

Organizacja zajęć:

Zajęcia laboratoryjne są prowadzone w zespołach 6 osobowych (5 terminów po 3 godziny).

Projekt jest realizowany w grupach liczących od 4 do 6 osób. Spotkanie projektowe w sumie dla każdej grupy to 3 godziny.

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis): *np.:*

1. *liczba godzin kontaktowych – 63 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na laboratorium 15 godz.,
spotkania projektowe 15 godz.
konsultacje 3 godz.*
2. *praca własna studenta – 42 godz., w tym
realizacja projektu 20 godz.,
przygotowanie do laboratorium 10 godz.,
przygotowanie do kolokwium 12 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 105 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,4 *pkt. ECTS, co odpowiada 63 godz. kontaktowym.*

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,29 *pkt. ECTS, co odpowiada 60 godz. zajęć praktycznych.*

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ¹⁴	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	Zna tendencje rozwojowe oraz budowę typowych systemów dźwięku przestrzennego.	wykład	kolokwium pisemne	W07, W08 W13
w02	Zna metody i algorytmy analizy danych opisujących dźwięk przestrzenny oraz metody i algorytmy przetwarzania i prezentacji danych opisujących dźwięk przestrzenny.	wykład	kolokwium pisemne	W04, W06 W07, W14
w03	Zna zjawiska rozchodzenia się dźwięku w przestrzeni oraz właściwości systemów dźwięku przestrzennego wykorzystywanych w komunikacji multimedialnej.	wykład	kolokwium pisemne	W02, W07 W08, W14
UMIEJĘTNOŚCI				
u01	Potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę, metody i narzędzia z zakresu systemów dźwięku przestrzennego do rozwiązania złożonych zadań.	zajęcia projektowe	ocena projektu	U02, U04 U05
u02	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, weryfikować hipotezy, pomiary i symulacje komputerowe dotyczące systemów dźwięku przestrzennego.	zajęcia laboratoryjne	ocena laboratorium	U01, U03 U04, U05 U14
u03	Potrafi pracować indywidualnie i w zespole oraz odpowiednio pozyskiwać niezbędne informacje z odpowiednio dobranych źródeł wiedzy na temat analizy i przetwarzania danych w systemach dźwięku przestrzennego.	zajęcia laboratoryjne zajęcia projektowe	ocena laboratorium ocena projektu	U01, U12 U14
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k01	Jest gotów uzupełniać i dzielić się wiedzą niezbędną do realizacji wybranych algorytmów przetwarzania, generacji i łączenia danych fonicznych oraz oceną efektywności różnych systemów stosujących te algorytmy.	zajęcia projektowe	ocena projektu	K03

¹⁴ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

Inteligentne Systemy Sieciowe

INTELLIGENT NETWORK SYSTEMS

Poziom kształcenia:	<i>II stopień</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>stacjonarna</i>
Kierunek studiów:	<i>Telekomunikacja</i>
Pro I studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność	<i>Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Telekomunikacji</i>
Koordinator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obowiązkowy</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>angielski</i>
Semestr nominalny:	
Minimalny numer semestru:	<i>2</i>
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	
Dyskonta:	
Limit liczby studentów:	

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Modyfikacja specjalności Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo.

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie uczestników z koncepcją autonomicznych i kognitywnych sieci i platform dla usług sieciowych opartych o nowoczesne rozwiązania chmurowe i wykorzystujących programowalność infrastruktur sieciowych.

Skrócony opis przedmiotu:

Zakres przedmiotu obejmuje koncepcje autonomicznych i kognitywnych sieci i platform dla usług sieciowych opartych o nowoczesne rozwiązania chmurowe i wykorzystujących programowalność infrastruktur sieciowych. Omawiane są motywacje praktyczne do wprowadzania tego typu rozwiązań, architektury wraz z ich podbudową teoretyczną i popularne wzorce implementacyjne. Wykład dostarcza wiedzy w zakresie architektur zarządzania sieciami, platformami i usługami sieciowymi, metod zarządzania, orkiestracji i sterowania dla tych rozwiązań w środowiskach chmurowych, wzorców monitorowania i metod analizy danych na potrzeby zarządzania, a także popularnych platform monitorowania, zarządzania oraz orkiestracji. Laboratoria i projekt pozwalają na realizację elementów prostych platform i usług sieciowych w środowisku chmurowym z użyciem otwartych narzędzi monitorowania, analityki i orkiestracji.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim:

The goal of the course is provide knowledge and basic skills in the domain of cognitive networks and network service platforms. We delve into practical motivations behind the introduction of cognitive networking solutions in the era of softwarized network infrastructures, architectural principles and their theoretical foundations, and

popular implementation patterns for such systems. During lecture classes, we focus on the theoretical and conceptual aspects of the architecture of autonomic and cognitive networks and network service platforms, management and orchestration methods for this class of systems in cloud environments, patterns for the architecture and use of monitoring and analytics components, and also provide a review of popular platforms for monitoring, analytics, management and orchestration. Labs and project allow participants to gain practical skills by implementing selected components of cognitive networking platforms in cloud environment with the use of open monitoring, analytics and orchestration tools.

Treści kształcenia:

WYKŁAD:

Modele zarządzania

- standardowe modele TMF
- rola polityk (policy) w zarządzaniu
- autonomiczność i sieci kognitywne, modele architektoniczne grup standaryzacyjnych: ETSI ENI (Experiential Network Intelligence), ITU-T FG ML5G, ISO/IEC JTC 1 AI

Orkiestracja

- orkiestracja usług, orkiestracja sieci, orkiestracja sieci dzierżawców (tenant) w centrach danych
- architektura i cykl życia usług chmurowych, architektury zarządzania i orkiestracji
- style orkiestracji (orkiestracja data-driven i model-driven) i poziomy abstrakcji w orkiestracji (orkiestracja deklaracyjna i imperatywne)

Analityka i monitorowanie

- metody sztucznej inteligencji (AI) uczenia maszynowego (ML) w sterowaniu i zarządzaniu systemami INSYS
 - cele, rodzaje podejść, algorytmy - klasyfikacja
 - wstęp do uczenia maszynowego i deep learning dla zastosowań sieciowych
 - analityka w orkiestracji - automatyzacja zarządzania w modelu policy-driven i sterowanie w pętli sprzężenia zwrotnego
- monitorowanie sieci w dobie SDN, NFV i automatyzacji, w tym
 - Big Data (BD), Hadoop, założenia architektury Lambda
 - architektura Kappa i wykorzystanie danych strumieniowych w sterowaniu i zarządzaniu usługami sieciowymi
- przykładowe zastosowania AI/ML/BD w głównych obszarach zarządzania sieciami i usługami sieciowymi

Protokoły, systemy, platformy sterowania i zarządzania INSYS

- przykłady rozwiązań w powyższych obszarach, ich wykorzystanie, trendy rozwojowe

Projektowanie zrytualizowanych rozwiązań sieciowych

- wzorce konfigurowania, skalowania, monitorowania usług i funkcji sieciowych
- wzorce implementacji usług i paradygmat kompatybilności chmurowej (Cloud Native Function - CNF)
- rozdzielenie płaszczyzny sterowania od płaszczyzny danych w implementowaniu funkcji sieciowych

LABORATORIUM:

Koncepcja zajęć praktycznych jest zorganizowana wokół zadania polegającego na zaplanowaniu wybranego rozwiązania sieciowego (usługi/platformy sieciowej) i wdrożeniu jego (wybranych) elementów w środowisku chmurowo-orkiestracyjnym zgodnie z wzorcem architektonicznym takich

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TiC, przedmiot obowiązkowy, nowy – INES

systemów. Rolą laboratoriów jest w szczególności nabycie podstawowych umiejętności w posługiwaniu się ważniejszymi platformami wykorzystywanymi dalej w projekcie.

PROJEKT:

Projekt polega na zaplanowaniu wybranego rozwiązania sieciowego (platformy/usługi chmurowej) i wdrożeniu jego (wybranych) elementów w środowisku chmurowo-orkestracyjnym zgodnie z wzorcem architektonicznym odpowiednim dla takiego systemu.

ZAJĘCIA ZINTEGROWANE: —

Egzamin: TAK

Wymiar godzinowy zajęć: 60

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
Wykład	– 30
Zajęcia projektowe	– 15
Laboratoria	– 15

Organizacja zajęć:

Wykłady z wykorzystaniem prezentacji. Materiały z wykładów udostępnione w formie slajdów. Zajęcia laboratoryjne i projektowe wykorzystują infrastrukturę informatyczną ZSUT i wydziałową z możliwością wykorzystania zasobów własnych. Laboratorium o wadze (łącznie) 30

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 65 godz., w tym:
 - obecność na wykładach: 28 godz.
 - obecność na ćwiczeniach laboratoryjnych: 15 godz. (5x3 godz.)
 - obecność na zajęciach projektowych: 15 godz.
 - konsultacje: 3 godz.
 - kolokwium: 2 godz.
 - egzamin: 2 godz.
2. praca własna studenta – 65 godz., w tym:
 - przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych: 20 godz.
 - przygotowanie protokołów z ćwiczeń lab.: 5 godz.
 - realizacja projektu oraz przygotowanie jego dokumentacji: 20 godz.
 - przygotowanie do egzaminu i kolokwium 20 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 130 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.

UWAGA: 1 punkt ECTS odpowiada w tym przypadku 26 godz. pracy studenta, a więc mieści się w dozwolonym przedziale.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,5 pkt. ECTS, co odpowiada 65 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,8 pkt. ECTS, co odpowiada 75 godz. (15 godz. ćwiczeń lab. + 5 godz. przygotowania protokołów + 20 godz. przygotowania do ćwiczeń lab. + 15 godz. zajęć projektowych + 20 godz. realizacji projektu).

Wymagania wstępne:

Podstawowa wiedza na temat sieci teleinformatycznych, sieci lokalnych i chmur obliczeniowych – wymagane poprzedniki w postaci przedmiotów: „Sieci i Chmury Internetu” i „Sieci Lokalne i Centra Danych”, „Sieci Programowalne i Wirtualizacja Funkcji Sieciowych”.

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	Forma zajęć/ technika kształcenia	Sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	Zna standardowe modele zarządzania sieciami i usługami i na tym tle rozumie cele automatyzacji procesów zarządzania w uprogramowanej infrastrukturze sieciowej ("softwarized network infrastructure")	wykład laboratorium	egzamin zaliczenie projektu i laboratorium	W14
w02	Zna i rozumie zasady i mechanizmy zarządzania autonomicznego i kognitywnego w systemach i platformach sieciowych	wykład projekt laboratorium	egzamin zaliczenie projektu i laboratorium	W14
w03	Zna architekturę ETSI-NFV; rozumie rolę podstawowych składników (bloków funkcjonalnych) tej architektury	wykład	egzamin	W08, W14
w04	Rozumie rolę orkiestratora usług w zarządzaniu cyklem życia usług sieciowych oraz podstawowe zasady jego interakcji z innymi komponentami ETSI-NFV oraz z systemem zarządzania	wykład projekt	egzamin zaliczenie projektu	W12,W14,W18
w05	Zna modele implementacyjne (VNF, CNF, FaaS) oraz zasady wykorzystania funkcji wirtualnych	wykład projekt	egzamin zaliczenie projektu	W04,W08,W12,W14
w06	Ma wiedzę dotyczącą zasad (architektura, metody, wzorce) i mechanizmów monitorowania funkcji NFV oraz ich skalowania i rekonfiguracji.	wykład laboratorium projekt	egzamin zaliczenie laboratorium i projektu	W12,W13,W14
w07	Rozumie cele wirtualizacji ("slicing") sieci oraz mechanizmy zapewniające izolację ruchu pomiędzy sieciami wirtualnymi wykorzystującymi wspólną infrastrukturę	wykład projekt	egzamin zaliczenie projektu	W02,W08,W13

w08	Ma wiedzę dotyczącą monitorowania funkcji, także z wykorzystaniem nowych technik telemetrii strumieniowej oraz analityki opartej na paradygmacie BigData.	wykład projekt	egzamin zaliczenie projektu	W01,W13,W18
UMIEJĘTNOŚCI				
u01	potrafi przedstawić potencjalne zyski i zagrożenia związane z wykorzystaniem technik SDN i NFV	wykład laboratorium	egzamin zaliczenie laboratorium	U01,U06,U09
u02	potrafi zaprojektować usługę sieciową z uwzględnieniem automatyzacji zarządzania usługi i jej poszczególnych komponentów	wykład laboratorium projekt	kolokwium aktywność na ćwiczeniach zaliczenie projektu	U02
u03	potrafi zaprojektować niezbędne komponenty przekształcające bazową usługę sieciową w siećową platformę usługową (np. sieć usługowa zbudowana z wykorzystaniem koncepcji "network slicing")	wykład laboratorium projekt	zaliczenie laboratorium i projektu	U02
u04	Potrafi przedstawić przykłady zastosowania rozwiązań SDN i NFV w różnych obszarach usługowych (sieci operatorskie, centra danych, sieci prywatne)	wykład laboratorium	egzamin zaliczenie laboratorium	U02
u05	Potrafi wykorzystać w podstawowym zakresie północny styk sterownika SDN, np. w prostej aplikacji do zarządzania konfiguracją sieci	wykład laboratorium	egzamin zaliczenie laboratorium	U08
u06	Potrafi przeprowadzać i wykorzystywać pomiary sieciowe, w tym gromadzone zgodnie z koncepcją telemetrii strumieniowej i analizowane metodami BigData, w zarządzaniu funkcjami NFV	laboratorium projekt	zaliczenie laboratorium i projektu	U02,U04,U05,U08, U10
u07	Potrafi sporządzić i zaprezentować raport z badań i z realizacji projektu	laboratorium projekt	zaliczenie laboratorium i projektu	U03,U10
u08	Potrafi biernie/czynnie uczestniczyć w dyskusji o tematyce przedmiotu w języku angielskim	wykład projekt	zaliczenie projektu	U11,U13
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k01	Ma świadomość, jacy aktorzy są obecni na rynku przetwarzania w chmurze w obszarze rozwiązań operatorskich oraz jakie są ich interesy i priorytety	wykład	egzamin	K02

k02	Ma świadomość konieczności komunikowania się z otoczeniem, w szczególności pozazawodowym, w sposób zrozumiały dla odbiorcy	Projekt	zaliczenie projektu	K02
k03	Potrafi dokonywać krytycznej oceny własnej wiedzy oraz informacji pochodzących z różnych źródeł z uwzględnieniem ich wiarygodności	projekt laboratorium	zaliczenie projektu i laboratorium	K03

METODY PROJEKTOWANIA INFRASTRUKTURY SIECIOWO-OBLICZENIOWEJ

Modelling and design of Internet services and network infrastructure

Poziom kształcenia:	<i>drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Telekomunikacja</i>
Profil studiów:	<i>Ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Telekomunikacji</i>
Koordynator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obowiązkowy</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	<i>3</i>
Minimalny numer semestru:	<i>2</i>
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	
Dyskonta	
Limit liczby studentów:	<i>--</i>

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Modyfikacja specjalności Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo.

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z użytecznymi metodami matematycznymi wspierającymi projektowanie usług, infrastruktury telekomunikacyjnej i obliczeniowej Internetu. Zastosowanie tych metod zostanie pokazane przy użyciu odpowiednich narzędzi symulacyjnych oraz eksperymentów pomiarowych realizowanych w środowisku sieci badawczej PL-LAB.

Skrócony opis przedmiotu:

W ramach przedmiotu zostaną omówione metody matematyczne, które będą dotyczyły projektowania usług Internetu oraz infrastruktury telekomunikacyjnej i obliczeniowej (chmury obliczeniowe, centra danych, systemy MEC ...). Zakres przedmiotu będzie obejmował:

- Modelowanie ruchu w sieci Internet
- Projektowanie klas usług „od końca do końca” w sieci zapewniającej jakość przekazu QoS/QoE
- Zarządzanie ruchem w chmurach obliczeniowych
- Projektowanie sieci wykorzystujących wirtualizację zasobów
- Algorytmy dla przekazu wideo.

Użyteczność przedstawionych metod będzie weryfikowana w praktyce w ramach zajęć warsztatowych projektowo-laboratoryjnych. W ramach tych zajęć studenci będą rozwiązywać zadania wykorzystując narzędzia Mathematica/Matlab oraz weryfikować opracowane rozwiązania w eksperymentach badawczych (zastosowanie teorii w praktyce).

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim:

The aim of the lecture is to provide introduction to useful mathematical methods and tools supporting designing process the Internet services as well as telecommunication and computation (clouds, data centers, MEC systems...) infrastructures. The scope of the lecture covers:

- Traffic modeling in the Internet
- Designing „end to end” classes of services in the IP QoS network
- Traffic management for cloud computing
- Designing of the virtualized systems
- Algorithms for video streaming

Usefulness of the discussed methods will be verified in practice in the lab environment. The students will solve some problems with the aim of Mathematica/Matlab tools and will verify the obtained result by the experiments (following idea „from theory to practice”).

Treści kształcenia:

Wykład:

- Wprowadzenie: proces projektowania systemów, parametry sprawnościowe dla przekazu danych w Internecie
- Modelowanie ruchu w sieci Internet, w tym w sieci *best effort* (model ARIMA, GARCH itd.), modelowanie ruchu generowanego przez różne typy aplikacji (wideo, mowa, dane) oraz znaczenie źródła ON/OFF.
- Użyteczne modele kolejkowe dla modelowania elementów Internetu. Modelowanie elementów infrastruktury sieciowej i użyteczne algorytmy. Modelowanie elementów infrastruktury obliczeniowej i użyteczne algorytmy
- Projektowanie klas usług „od końca do końca” w sieci gwarantującej jakość przekazu QoS/QoE obejmujące metody matematyczne dla algorytmów przyjmowania/odrzućania wywołań, algorytmy szeregowania pakietów w węzłach, monitorowania ruchu, wielokryterialnego routingu międzydomenowy, ...)

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TiC, przedmiot obowiązkowy, nowy – MPI

- Zarządzanie ruchem w chmurach obliczeniowych obejmujące: modele biznesowe, metody wymiarowania zasobów obliczeniowych i sieciowych (m.in. wykorzystując algorytmy genetyczne), oraz metody sterowania obsługą żądań (wielokryterialne algorytmy decyzyjne, algorytmy bazujące na logice rozmytej)
- Projektowanie sieci wykorzystujących wirtualizację zasobów, np. zapewnienie izolacji pomiędzy łączami wirtualnymi, metody orkiestracji i zarządzania cyklem życia funkcji sieciowych i aplikacji w systemach NFV/MEC (alokacja maszyn/kontenerów, wymiarowanie usług, analiza dostępności usług)
- Projektowanie systemów dystrybucji treści multimedialnych m.in. bazujących na technikach CDN/ICN, obejmujące zagadnienia: lokalizacji serwerów treści, zarządzania replikami treści (liczba replik oraz rozmieszczenie replik na serwerach), adaptacja rozmieszczenia treści do zmieniającego się zapotrzebowania oraz ewolucji popularności treści), adaptacji jakości wideo do zmieniających się warunków przekazu w systemach HAS (HTTP Adaptive Streaming), sterowania obsługą żądań oraz wymiarowania systemów HAS wraz z analizą dostępności oferowanych usług.

Warsztaty projektowo-laboratoryjne:

- weryfikacja użytecznych zależności matematycznych
- pomiary ruchu generowanego w sieci Internet i ich modelowanie
- projektowanie klas usług
- zbadanie algorytmów dla strumieniowania wideo
- alokacja zasobów w chmurach obliczeniowych
- algorytmy kolejkowania zadań
- algorytmy równomiernego obciążenia (load balancing)
- rozmieszczanie treści w sieciach CDN

Egzamin: NIE

Wymiar godzinowy zajęć: 45

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
<i>Wykład</i>	- 15
<i>Laboratoria</i>	- 30

Organizacja zajęć:

Przewiduje się:

- 7. wykładów (w sumie 15 godzin) wspólnych dla całej grupy
- 8 zajęć projektowo-laboratoryjnych, każde po 4 godziny- grupy 15 osobowe (co dwa tygodnie)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

UWAGA: 1 punkt ECTS odpowiada min. 25 i max. 30 godzinom pracy studenta w semestrze, czyli dla ECTS=5 student musi przepracować od 125 do 150 godzin – należy to uwzględnić w dalszych obliczeniach!

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis): np.:

1. liczba godzin kontaktowych – 47 godz., w tym
obecność na wykładach 15 godz.,
obecność na laboratorium 30 godz.,
obecność na kolokwium 2 godz.
2. praca własna studenta – 34 godz., w tym
przygotowanie do kolokwium 10 godz.,
przygotowanie do laboratorium 24 godz.,

Łączny nakład pracy studenta wynosi 81 godz., co odpowiada 3 pkt. ECTS.

UWAGA: 1 punkt ECTS odpowiada w tym przypadku 27 godz. pracy studenta, a więc mieści się w dozwolonym przedziale.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:
1,74 pkt. ECTS, co odpowiada 47 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2 pkt. ECTS,
co odpowiada 30 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 24 godz. przygotowań do laboratorium.

Wymagania wstępne:

SWUS: Sieci Wielousługowe

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ¹⁵	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	Użyteczne zależności matematyczna dla projektowania sieci Internet	Wykład, zajęcia projektowo laboratoryjne	Kolokwium nr. 1, sprawozdania z zajęć projektowo - laboratoryjnych	W01, W04, W08, W09, W10, W12, W13, W14
w02	Zna modele ruchu w sieci Internet	Wykład, zajęcia projektowo laboratoryjne	Kolokwium nr. 1, sprawozdania z zajęć projektowo - laboratoryjnych	W01, W04, W08, W09, W10, W12, W13, W14
w03	Zna zasady projektowania klas usług	Wykład, zajęcia projektowo laboratoryjne	Kolokwium nr. 1, sprawozdania z zajęć projektowo - laboratoryjnych	W01, W04, W08, W09, W10, W12, W13, W14
w04	Zna algorytmy kolejkowania	Wykład, zajęcia projektowo laboratoryjne	Kolokwium nr. 2, sprawozdania z zajęć projektowo - laboratoryjnych	W01, W04, W08, W09, W10, W12, W13, W14
w05	Zna metody alokacji zasobów w chmurach obliczeniowych	Wykład, zajęcia projektowo laboratoryjne	Kolokwium nr. 2, sprawozdania z zajęć projektowo - laboratoryjnych	W01, W04, W08, W09, W10, W12, W13, W14
w06	Zna zasady rozmieszczanie	Wykład, zajęcia	Kolokwium nr. 2,	W01, W04,

¹⁵ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

	treści w sieciach CDN	projektowo laboratoryjne	sprawozdania z zajęć projektowo - laboratoryjnych	W08, W09, W10, W12, W13, W14
w07	Zna algorytmy równoważenia obciążenia	Wykład, zajęcia projektowo laboratoryjne	Kolokwium nr. 2, sprawozdania z zajęć projektowo - laboratoryjnych	W01, W04, W08, W09, W10, W12, W13, W14
UMIEJĘTNOŚCI				
u01	Umie modelować elementy Internetu	Zajęcia projektowo-laboratoryjne	sprawozdanie	U01, U02, U08, U10, U11
u02	Umie zastosować odpowiednie metody matematyczne do projektowania elementów Internetu	Zajęcia projektowo-laboratoryjne	sprawozdanie	U01, U02, U08, U10, U11
u03	Potrafi wykorzystać dostępne narzędzia do projektowania elementów Internetu	Zajęcia projektowo-laboratoryjne	sprawozdanie	U01, U02, U04, U08, U10, U11
u04	Potrafi zdobywać wiedzę z analizy literatury fachowej oraz opracować raport z własnych badań	Zajęcia projektowo-laboratoryjne	sprawozdanie	U01, U02, U08, U10, U11
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k01	Potrafi pracować w zespole	Zajęcia projektowo-laboratoryjne	ocena aktywności podczas zajęć	K01, K02, K03
k02	Potrafi ocenić wagę uzyskanych wyników	Zajęcia projektowo-laboratoryjne	ocena aktywności podczas zajęć	K01, K02, K03

BEZPIECZEŃSTWO W CYBERPRZESTRZENI

Cybersecurity

Poziom kształcenia:	<i>Studia drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>Studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Telekomunikacja</i>
Profil studiów:	<i>Ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Telekomunikacji</i>
Koordynator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>Średnio zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obowiązkowy</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	<i>2</i>
Minimalny numer semestru:	
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	<i>brak</i>
Dyskonta	<i>brak</i>
Limit liczby studentów:	<i>---</i>

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Modyfikacja specjalności Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo

Nazwa przedmiotu pozostaje bez zmian.

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest wprowadzenie do współczesnych problemów i wyzwań cyberbezpieczeństwa, które są rozwijane w ramach innych przedmiotów obowiązkowych i obieralnych specjalności Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo na kierunku Telekomunikacja.

Skrócony opis przedmiotu:

Przedmiot stanowi krytyczną analizę istotnych współcześnie obszarów cyberbezpieczeństwa i stanowią podstawę do realizacji programu w zakresie studiów magisterskich. Wykłady będą prowadzone z wykorzystaniem metodyki storytelling z częściowym uaktywnieniem słuchaczy podczas zajęć. Przedmiot obejmuje zagadnienia techniczne, jak i prawne, ekonomiczne, etyczne i społeczne. Podczas wykładów zostaną przedstawione m.in. podstawowe pojęcia, ataki i zagrożenia w cyberprzestrzeni, metodyki modelowania zagrożeń, zastosowanie metod naukowych w cyberbezpieczeństwie, kwestie prywatności i anonimowości, stan zabezpieczeń we współczesnych sieciach, metody przeprowadzania audytów i testów bezpieczeństwa, bezpieczeństwo przemysłowe, bezpieczeństwo Internetu Rzeczy, bezpieczne płatności oraz zarządzanie bezpieczeństwem.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim:

This lecture introduces a critical analysis of the cybersecurity areas of today and constitute the basis for the Master curriculum. Lectures will be conducted using the storytelling methodology with partial activation of students during classes. The course covers technical as well as legal, economic, ethical and social issues. Lectures will include, among others basic concepts, attacks and threats in cyberspace, threat modeling methodologies, the use of scientific methods in cybersecurity, privacy and anonymity issues, the state of security in modern networks, methods of conducting audits and security tests, industrial systems security, Internet of Things security, secure payments and security management.

Treści kształcenia:

WYKŁADY

- 1. Podstawowe zagadnienia bezpieczeństwa w cyberprzestrzeni (2 godz.)**
Wprowadzenie do dziedziny cyberbezpieczeństwa; Co to znaczy „zajmuję się cyberbezpieczeństwem?”, w kontekście: technicznym, naukowym, biznesowym, prawnym, ekonomicznym; Model obszarów cyberbezpieczeństwa – zagadnienia, kompetencje i zawody; Pojęcia fundamentalne dla dziedziny – CIA; podatność, zagrożenie, skutek, ryzyko; Systemowego podejście do cyberbezpieczeństwa – NIST Cybersecurity Framework.
- 2. Przegląd zagadnień cyberbezpieczeństwa bezpieczeństwa ofensywnego (2 godz.)**
Testy penetracyjne i red teaming. Symulacje zagrożeń. Wyszukiwanie podatności; badania systemów i sieci pod kątem występowania luk bezpieczeństwa. Ethical Hacking; Aspekty etyczne cyberbezpieczeństwa ofensywnego.
- 3. Wykrywanie i modelowanie zagrożeń w cyberprzestrzeni (2 godz.)**
Metodyki modelowania i testowania bezpieczeństwa w kontekście ataków w cyberprzestrzeni różnej skali – od grup hakerskich po Advanced Persistent Threats; Przegląd metodyk modelowania zagrożeń: Attack Trees, Cyber Kill Chain, MITRE Att&ck, Universal Kill Chain. Jak znaleźć zagrożenia? Threat Hunting, honeypots/honeynets, Cyber Threat Intelligence;
- 4. Techniki przygotowywania ataków i przelamywania zabezpieczeń (2 godz.)**
Złośliwe oprogramowanie (malware): rodzaje, podstawowe pojęcia, współczesna architektura. Techniki detekcji i analizy malware, w tym nowe techniki detekcji i analizy malware; Techniki unikania detekcji i utrudniania analizy malware;
- 5. Współczesne ataki w cyberprzestrzeni – case studies z wykorzystaniem metodyk modelowania zagrożeń (2 godz.)**
Cele atakujących; Trendy i case study: APT, ransomware, IoT botnets, cryptojacking, steganografia, botnet-as-a-service; Cyber Warfare; Wpływ społeczno-ekonomiczny ataków w cyberprzestrzeni.
- 6. Bezpieczeństwo oprogramowania i systemów końcowych.**
Przegląd zagadnień związanych z bezpieczeństwem systemów końcowych i oprogramowania. Bezpieczeństwo webaplikacji. Hostowe rozwiązania cyberbezpieczeństwa (monitorowanie, logowanie, analityka, wykrywanie zagrożeń (antywirusy)). Dobre praktyki cyberbezpieczeństwa w kontekście urządzeń końcowych.
- 7. Bezpieczeństwo sieci teleinformatycznych**
Przegląd zagadnień związanych z bezpieczeństwem komunikacji w sieciach różnego rodzaju – komórkowe, bezprzewodowe, LAN, WAN. Sieciowe rozwiązania cyberbezpieczeństwa (monitorowanie, logowanie, analityka, wykrywanie zagrożeń). Dobre praktyki cyberbezpieczeństwa w kontekście bezpieczeństwa komunikacji.
- 8. Bezpieczeństwo systemów cyberfizycznych i Internetu Rzeczy (IoT/IoE)**

Model systemu cyberfizycznego. Realizacja modelu systemu cyberfizycznego jako systemu Internetu Rzeczy. Charakterystyka systemów Internetu Rzeczy i implikacje w zakresie aspektów bezpieczeństwa w cyberprzestrzeni. Przegląd inicjatyw w zakresie bezpieczeństwa IoT, m.in. kryptografia lekka, bezpieczna architektura, zapobieganie atakom Distributed Denial-of-Service, tworzenie bezpiecznego oprogramowania.

9. Bezpieczeństwo systemów przemysłowych

Systemy IT a systemy OT/ICS. Charakterystyka systemów przemysłowych. Infrastruktura krytyczna. Wymagania cyberbezpieczeństwa dla systemów przemysłowych. Standardy cyberbezpieczeństwa dla systemów przemysłowych. Modelowanie ataków (Cyber Kill Chain, MITRE Att&ck for ICS) na systemy przemysłowe. Case studies ataków na systemy przemysłowe i infrastrukturę krytyczną.

10. Bezpieczne finanse i kontrakty: elektroniczne płatności, Blockchain, Bitcoin.

Cyberbezpieczeństwo systemów finansowych: banki, giełdy, transakcje elektroniczne płatności. Case studies ataków na systemy finansowe i banki. Zagadnienie zdecentralizowanego, rozproszonego i otwartej bazy danych – Blockchain. Modele wdrożenia Blockchain. Pieniądz elektroniczny i smart kontrakty: Bitcoin, Ethereum, akcjonariat i platformy crowdfundingowe oparte o Blockchain. Case study projektów wdrożeń Blockchain.

11. Kryminalistyka cyfrowa

Pozyskiwanie danych śledczych z urządzeń cyfrowych. Pozyskiwanie danych śledczych jako strumieni komunikacji. Digital Forensics jako element zarządzania cyberbezpieczeństwem – zarządzanie incydentami. Aspekty prawne pozyskiwania dowodowego materiału cyfrowego oraz dochodzenia śledczego z dowodami cyfrowymi. Metody kryminalistyki cyfrowej w kontekście prywatnym, compliance, spory prywatne; Wyzwania Digital Forensics np. deep fake face, deep fake voice, memory-based malware.

12. Bezpieczeństwo organizacyjne i zarządzanie cyberbezpieczeństwem.

Organizacja systemów bezpieczeństwa. Zarządzanie ryzykiem w cyberbezpieczeństwie; strategia i planowanie polityk bezpieczeństwa organizacji; Cyber Threat Intelligence i współpraca w zakresie zarządzania cyberbezpieczeństwem między organizacjami.

13. Ukrywanie informacji i anonimowość.

Podstawy steganografii multimedialnej. Podstawy ukrywania informacji w sieciach. Wykorzystanie technik ukrywania informacji w atakach w cyberprzestrzeni. Wykrywanie wykorzystania technik ukrywania informacji. Problem anonimowości użytkowników i systemów w cyberprzestrzeni.

14. Nauki społeczne a cyberbezpieczeństwo. Sieci społecznościowe.

Podstawy socjologii i psychologii na potrzeby cyberbezpieczeństwa. Techniki inżynierii społecznej. Zastosowanie socjotechnik w przeprowadzaniu testów bezpieczeństwa. Współczesne zagrożenia w zakresie socjotechnik w cyberprzestrzeni. Problematyka sieci społecznościowych w cyberbezpieczeństwie. Wpływ społeczno-ekonomiczny ataków w cyberprzestrzeni.

15. Prywatność, ochrona danych osobowych oraz biały wywiad (OSINT).

Problematyka ochrony danych osobowych i prywatności użytkowników cyberprzestrzeni – założenia, prawo i egzekwowanie. Techniki białego wywiadu i pozyskiwania informacji z otwartych źródeł. Narzędzia do przeprowadzania zadań OSINT. Planowanego zadania wywiadowczego OSINT. Problem pobierania otwartych danych o ludziach bez ich zgody/wiedzy.

PROJEKT:

W ramach projektu zespoły 2-4 osobowe realizują rozwiązanie problemu naukowo inżynierskiego z zakresu bezpieczeństwa cyberprzestrzeni. Przewiduje się rozwiązywanie problemów typowo inżynierskich (przemysłowych) jak i naukowych o określonym stopniu nieokreśloności spodziewanego wyniku.

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TiC, przedmiot obowiązkowy, zmodyfikowany – BCYB

Przykładowe zadania dotyczą opracowania modułów detekcji zagrożeń, automatyzacji testów bezpieczeństwa czy wykorzystania aktualnie ważnych koncepcji do rozwiązywania problemów cyberbezpieczeństwa. Zadania projektowe realizowane są na przestrzeni semestru w formie 3-etapowej:

- 1) Etap wstępny (do 4 tygodni) – analiza literatury oraz zdefiniowanie ostatecznego zakresu projektu do realizacji
- 2) Etap implementacyjny (do 9 tygodni) – realizacja projektu zgodnie z założeniami ustalonymi w etapie wstępnym.
- 3) Etap raportowy (do 2 tygodni) – przedstawienie efektów realizacji projektu i ocena. Ocena realizacji projektu odbywa się na podstawie przekazanych raportów oraz rozmów ustnych z zespołami projektowymi. W zależności od charakteru projektu, możliwe będzie stworzenie raportu z realizacji projektu o charakterze publikacji naukowej.

Część zadań projektowych może być od siebie współzależna tworząc grę zespołową o charakterze współpracy oraz rywalizacji.

Przykład schematu gry:

W grze uczestniczą cztery zespoły projektowe. Jeden reprezentuje projektantów zabezpieczeń (PZ), drugi audytorów (AU), trzeci hackerów (HQ), czwarty analityków powłamaniowych (forensics; AN). PZ tworzy dokumentację systemu (SYS), który jest audytowany przez AU, następnie HQ dokonuje planu ataku, na końcu AN ocenia prawdopodobieństwo ataku, oraz ewentualny sposób zgromadzenia dowodów ataków. Projekt może być realizowany sekwencyjnie, w formie teoretycznej, a także z elementami praktycznymi w przypadku dostępności zaimplementowanych części zabezpieczanego systemu SYS.

Egzamin: NIE

Wymiar godzinowy zajęć: 60

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
Wykład	30
Zajęcia Projektowe	30

Organizacja zajęć:

Realizacja przedmiotu obejmuje następujące formy zajęć:

- wykład prowadzony w wymiarze 2 godz. tygodniowo,
- zajęcia projektowe; w ramach tych prowadzący będzie objaśniał zagadnienia niezbędne do realizacji projektu, wprowadzając dodatkowe treści kształcenia związane z praktycznym realizowaniem zadań w cyberbezpieczeństwie

Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań projektowych – ocenę sprawozdań z realizacji projektu (poszczególnych etapów projektowych) oraz poprzez dyskusję o realizacji projektu z prowadzącymi,
- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na kolokwium pisemnym o charakterze problemowym (na kolokwium student może korzystać z dowolnych materiałów dydaktycznych oraz komputera) oraz – w przypadkach wątpliwości co do oceny – na indywidualnych spotkaniach w formie ustnej.

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 65 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na zajęciach projektowych 25 godz.,
udział w konsultacjach związanych z realizacją przedmiotu 6 godz.,
obecność na kolokwium 4 godz.
2. praca własna studenta – 50 godz., w tym
realizacja projektu 35 godz.,
przygotowanie do kolokwium 15 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 115 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

UWAGA: 1 punkt ECTS odpowiada w tym przypadku 28,75 godz. pracy studenta, a więc mieści się w dozwolonym przedziale.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,26 pkt. ECTS, co odpowiada 65 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,29 pkt. ECTS, co odpowiada 61 godz. (35 godz. realizacji zadania projektowego oraz 31 godz. udziału w zajęciach dotyczących realizacji zadania projektowego (25) i konsultacjach (6))³

Wymagania wstępne: Brak

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ¹⁶	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w1	student, który zaliczył przedmiot: Ma wiedzę dotyczącą fundamentalnych i zaawansowanych pojęć z zakresu cyberbezpieczeństwa,	wykład + projekt	projekt, kolokwium	W05
w2	Ma wiedzę z zakresu podstawowych i zaawansowanych mechanizmów stosowanych w złośliwym oprogramowaniu i sieciach botnet.	wykład + projekt	projekt, kolokwium	W05
w3	Ma podstawową i zaawansowaną wiedzę z zakresu technik i środków technicznych cyberbezpieczeństwa ofensywnego.	wykład + projekt	projekt, kolokwium	W05 W18
w4	Ma podstawową i zaawansowaną wiedzę z zakresu technik i środków technik cyberbezpieczeństwa defensywnego.	wykład + projekt	projekt, kolokwium	W05 W12 W18
w5	Ma podstawową i zaawansowaną wiedzę z zakresu kryminalistyki cyfrowej i zarządzania incydentami.	wykład + projekt	projekt, kolokwium	W05
w6	Ma wiedzę z zakresu metodyk modelowania zagrożeń w cyberprzestrzeni i budowy systemów informacyjnych o cyber	wykład + projekt	projekt, kolokwium	W05

¹⁶ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: kolokwium pisemny, kolokwium ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

	zagrożeniach.			
w7	Ma wiedzę z zakresu ochrony prywatności, anonimowości i etyki w cyberbezpieczeństwie.	wykład + projekt	projekt, kolokwium	W05 W15
w8	Ma wiedzę z zakresu bezpieczeństwa rozwiązań gospodarki cyfrowej takiej jak płatności elektroniczne czy kryptowaluty.	wykład + projekt	projekt, kolokwium	W05 W08 W15
w9	Ma wiedzę z zakresu organizacji systemów cyberbezpieczeństwa, procesów, uwarunkowań społecznych i ekonomicznych i modelowania ryzyk cyberbezpieczeństwa.	wykład + projekt	projekt, kolokwium	W05 W15 W18
w10	Ma wiedzę z zakresu współczesnych wyzwań cyberbezpieczeństwa.	wykład + projekt	projekt, kolokwium	W05 W13
UMIĘJĘTNOŚCI				
u1	Potrafi stosować środki techniczne i nietechniczne – ofensywne lub defensywne - zapewniające cyberbezpieczeństwo sieci, systemów i użytkowników.	projekt	projekt	U02 U05 U07 U08 U09
u2	Potrafi modelować zagrożenia w cyberprzestrzeni stosując standardowe metodyki.	projekt	projekt	U02 U04 U09
u3	Potrafi stworzyć propozycję nowego rozwiązania dla cyberbezpieczeństwa ofensywnego/defensywnego i następnie udowodnić metodologicznie jego cechy/właściwości.	projekt	projekt	U02 U04 U06 U07 U09 U10
u4	Potrafi sformułować hipotezy i założenia realizacyjne projektu oraz zaplanować realizację w czasie.	projekt	projekt	U10
u5	Potrafi przygotować dokumentację rezultatów projektu, w tym w formie krótkiej publikacji o charakterze naukowym.	projekt	projekt	U06 U10 U11
u6	Potrafi przygotować i przeprowadzić prezentację dotyczącą zagadnień technicznych związanych z rozwiązywanymi problemami cyberbezpieczeństwa.	projekt	projekt	U03 U06 U10 U11 U12
u7	Potrafi współpracować w zespole oraz przyjąć w nim pełnienie różnych ról, w tym roli kierownika.	projekt	projekt	U14
u8	Potrafi krytycznie analizować dostępną literaturę z zakresu domeny wiedzy.	projekt	projekt	U01 U10
u9	Potrafi analizować dokumentację istniejących rozwiązań cyberbezpieczeństwa, dostrzegając zalety i	projekt	projekt	U01

	wady istniejących rozwiązań, aby sformułować koncepcje rozwoju/poprawy.			
u10	Potrafi rozwiązywać zadania formułowane na bieżąco, komunikować wnioski i opinie, prowadzić na ich temat dyskusję i przekonywać innych.	projekt	projekt	U10 U11 U12
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k1	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny	wykład, projekt	projekt, kolokwium	K01
k2	Ma orientację zawodową w obszarze inżynierii cyberbezpieczeństwa i jest świadomy procesu uczenia się w kierunku zwiększania kompetencji w tym obszarze	wykład, projekt	projekt, kolokwium	K02
k3	Potrafi dokonywać krytycznej oceny własnej wiedzy oraz informacji pochodzących z różnych źródeł z uwzględnieniem ich wiarygodności	wykład, projekt	projekt, kolokwium	K03

OPTYMALIZACJA I ANALIZA SIECI TELEINFORMATYCZNYCH

Optimization and Performance Analysis of Computer Networks

Poziom kształcenia:	<i>II stopień</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>stacjonarna</i>
Kierunek studiów:	<i>Telekomunikacja</i>
Pro I studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność	<i>Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Telekomunikacji</i>
Koordynator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obowiązkowy</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	
Minimalny numer semestru:	<i>2</i>
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	<i>brak</i>
Dyskonta:	
Limit liczby studentów:	

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Modyfikacja specjalności Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo.

Cel przedmiotu:

Zapoznanie słuchaczy z:

- ogólnymi modelami i metodami matematycznymi służącymi do optymalizacji i analizy sieci teleinformatycznych,
- zastosowaniami programowania całkowitoliczbowego, metaheurystyk i teorii kolejek do reprezentatywnych problemów związanych z projektowaniem współczesnych sieci teleinformatycznych.

Skrócony opis przedmiotu:

Przedmiot stanowi wprowadzenie do ogólnych modeli i metod matematycznych, wykorzystywanych w optymalizacji i analizie sieci teleinformatycznych. Obejmuje on zastosowania programowania całkowitoliczbowego, metaheurystyk i metod teorii kolejek do reprezentatywnych problemów związanych z projektowaniem i analiza wydajności współczesnych sieci teleinformatycznych. W ramach projektu, wchodzącego w zakres przedmiotu, studenci rozwiązują wybrane problemy optymalizacyjne (wykorzystując metaheurystyki oraz metody programowania całkowitoliczbowego, zaimplementowane w specjalistycznym narzędziu CPLEX) oraz realizują eksperymenty symulacyjne, umożliwiające porównanie wyników z szacunkami uzyskanymi przy użyciu poznanych modeli matematycznych.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim:

This course provides an introduction to general models and mathematical approaches to optimization of communication and information networks. Applications of mixed-integer programming, metaheuristic algorithms, and queueing theory to selected network optimization and performance evaluation problems are

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TiC, przedmiot obowiązkowy, zmodyfikowany – OAST

presented on the basis of case studies. Within the project, students are solving selected optimization problems (using metaheuristics and the CPLEX solver), and are experimenting with simulations to compare the results with estimates obtained with analytical approaches.

Treści kształcenia:

WYKŁAD:

Nauczanie w ramach przedmiotu jest oparte na rozważaniu wybranych reprezentatywnych problemów (*case studies*) optymalizacji i analizy sieci teleinformatycznych. Każdy taki problem jest studiowany poczynając od sformułowania werbalnego, przez wprowadzenie jego modelu matematycznego (wraz z wariantami) i omówienie metod matematycznych prowadzących do jego rozwiązywania, kończąc na przykładach rozwiązań problemu dla konkretnych przypadków sieci. Przedmiot składa się z dwóch poniżej opisanych bloków programowych.

- *Blok 1: Optymalizacja sieci.* Sieci przepływów wielotowarowych jako model matematyczny optymalizacji sieci teleinformatycznych. Zastosowanie modelu do problemów projektowania sieci dla wybranych technologii, na przykład do wymiarowania optycznych sieci transmisyjnych w technologii DWDM (problem WOST). Metody programowania liniowego (algorytm simpleks) i programowania całkowitoliczbowego (algorytm podziału i ograniczeń) w zastosowaniu do rozważanych problemów.
- *Blok 2: Analiza sieci.* Zastosowanie podstawowych metod teorii kolejek do wybranych problemów badania wydajności i planowania zasobów w sieciach teleinformatycznych, na przykład do problemu estymacji wydajności węzła dystrybucji treści sieci CDN' (WWDT). Zakres tematyczny: modelowanie napływu ruchu (proces Poissona), procesy urodzin i śmierci, wzór Little'a, podstawowe modele kolejkowe (M/M/1, M/M/n/m, M/G/1)' oraz ich własności, sieci kolejek – sieci Jacksona.'

PROJEKT:

- *Projekt 1.* Wykorzystanie pakietu modelowania matematycznego AMPL oraz pakietów optymalizacyjnych CPLEX i GUROBI w celu zastosowania wprowadzonych metod optymalizacji do problemu WOST.
- *Projekt 2.* Symulacja cyfrowa systemów teleinformatycznych. Weryfikacja użyteczności kolejkowych metod analitycznych przez porównanie ich wyników z wynikami uzyskanymi przy użyciu symulacji.'

Egzamin: NIE

Wymiar godzinowy zajęć: 45

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
Wykład	– 15
ćwiczenia audytoryjne	– 15
Zajęcia projektowe	– 15

Organizacja zajęć:

Wykłady z wykorzystaniem prezentacji. Ćwiczenia rachunkowe z aktywnym udziałem studentów. Zajęcia projektowe w formie prezentacji wybranych zagadnień, dyskusji oraz konsultacji (5 – 7 godzin obowiązkowych zajęć projektowych w semestrze), 2-osobowe grupy projektowe. Materiały z wykładów i projektu udostępnione w formie slajdów.

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 52 godz., w tym:
 - obecność na wykładach: 15 godz.
 - obecność na ćwiczeniach audytoryjnych: 15 godz.

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TiC, przedmiot obowiązkowy, zmodyfikowany – OAST

- obecność na zajęciach projektowych: 15 godz.
- konsultacje dot. wykładów i ćwiczeń: 5 godz.
- obecność na kolokwium: 2 godz.

2. praca własna studenta – 50 godz., w tym:

- przygotowanie i realizacja projektu: 40 godz.
- studiowanie literatury i przygotowanie do kolokwiów: 10 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 102 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,04 pkt. ECTS, co odpowiada 50 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,2 pkt. ECTS, co odpowiada 15 godz. zajęć projektowych + 40 godz. przygotowania projektu.

Wymagania wstępne:

Analiza matematyczna i algebra oraz rachunek prawdopodobieństwa w zakresie nauczonym na studiach I stopnia na Wydziale WEiTI.

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	Forma zajęć/technika kształcenia	Sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	Zna metody optymalizacji umożliwiające rozwiązywanie podstawowych problemów projektowania sieci teleinformatycznych	wykład ćwiczenia dyskusja konsultacje	kolokwia aktywność na ćwiczeniach	W01,W10
w02	Zna najważniejsze pojęcia związane z modelowaniem matematycznym problemów optymalizacji sieci teleinformatycznych	wykład ćwiczenia dyskusja konsultacje	kolokwia aktywność na ćwiczeniach	W01,W10
w03	Zna podstawowe zadania optymalizacji związane z projektowaniem sieci teleinformatycznych	wykład ćwiczenia dyskusja konsultacje	kolokwia aktywność na ćwiczeniach	W01,W10
w04	Zna wybrane metody matematyczne teorii kolejek, przydatne do analizy jakości działania systemów teleinformatycznych oraz wymiarowania ich zasobów	wykład ćwiczenia dyskusja konsultacje	kolokwia aktywność na ćwiczeniach	W01,W10
UMIĘJĘTNOSCI				
u01	Potrafi sformułować zadania optymalizacji związane z projektowaniem sieci teleinformatycznych	ćwiczenia projekt	kolokwium aktywność na ćwiczeniach zaliczenie projektu	U02,U06

u02	Potrafi wykorzystać odpowiednie metody optymalizacji do rozwiązywania podstawowych problemów projektowania sieci teleinformatycznych	ćwiczenia projekt	kolokwium aktywność na ćwiczeniach zaliczenie projektu	U02
u03	Umie ocenić efektywność potencjalnych metod optymalizacji w zastosowaniu do zadań optymalizacji związanych z projektowaniem sieci teleinformatycznych	ćwiczenia projekt	kolokwium aktywność na ćwiczeniach zaliczenie projektu	U02
u04	Umie zweryfikować skuteczność metod optymalizacji dla konkretnego zadania projektowania sieci teleinformatycznych	projekt	zaliczenie projektu	U02
u05	Potrafi wykorzystać wybrane metody matematyczne teorii kolejek do analizy jakości działania systemów teleinformatycznych oraz wymiarowania ich zasobów	ćwiczenia projekt	kolokwium aktywność na ćwiczeniach zaliczenie projektu	U02
u06	Potrafi zweryfikować zakres stosowalności poznanych modeli kolejkowych (przez porównanie z wynikami otrzymanymi przy wykorzystaniu symulacji cyfrowej)	projekt	zaliczenie projektu	U02
u07	Umie pozyskiwać informacje z literatury (głównie anglojęzycznej) dotyczące zagadnień rozwiązywanych w ramach zadań projektowych oraz krytycznie je analizować	projekt	zaliczenie projektu	U01
u08	Potrafi przygotować i przedstawić prezentację dotyczącą uzyskanych wyników	projekt	zaliczenie projektu	U11,U14
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k01	Potrafi krytycznie analizować informacje pochodzące z różnych źródeł	projekt	zaliczenie projektu	K03

PRZETWARZANIE SYGNAŁÓW I TEORIA INFORMACJI

Signal processing and information theory

Poziom kształcenia:	<i>studia drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>telekomunikacja</i>
Profil studiów:	<i>Praktyczny</i>
Specjalność:	<i>Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Telekomunikacji</i>
Koordynator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>Zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>Obowiązkowy</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>Polski</i>
Semestr nominalny:	
Minimalny numer semestru:	
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	
Dyskonta	
Limit liczby studentów:	

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Modyfikacja specjalności Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo.

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest pogłębienie wiedzy studentów studiów magisterskich na temat przetwarzania sygnałów i teorii informacji w różnych obszarach telekomunikacji, ze szczególnym uwzględnieniem tych obszarów, gdzie te obie teorie mają część wspólną. Wiedza i umiejętności nabyte przez studentów będą użyteczne w zagadnieniach transmisji sygnałów w mediach, kompresji stratnej i bezstratnej sygnałów dźwiękowych i wizualnych, rozpoznawaniu mowy, wykrywaniu obiektów, czy analizie i klasyfikacji danych.

Skrócony opis przedmiotu:

Na przedmiocie studenci będą uczyć się aktualnych, zaawansowanych zagadnień z zakresu przetwarzania sygnałów i teorii informacji. Wybierając treści kształcenia dla tego przedmiotu, kierowano się ich przydatnością w zagadnieniach związanych z transmisją informacji w mediach i kompresją informacji w multimediami. Na wykładach podkreślona zostanie rola transformat w analogowym i dyskretnym przetwarzaniu sygnałów oraz związek między przetwarzaniem sygnałów a teorią informacji. Przedstawione zostaną zaawansowane metody analizy czasowo-częstotliwościowej, w tym transformacje Gabora i transformacja falkową. Omówione zostaną zastosowania różnych transformat w domenie dyskretny do kompresji sygnałów dźwiękowych i wizualnych, w tym transformatę Karhunen-Loeve'a i jej związek z analizą składowych głównych (PCA). Omówiona zostanie uogólniona teoria filtracji adaptacyjnej. Dalej omówiona zostanie klasyfikacja przy użyciu

dyskryminacji oraz klastrowania oraz uzupełniona o schematy przetwarzania sygnałów oparte na reprezentacjach rzadkich.

W ramach przedmiotu przewidziano następujące typy zajęć: wykład (30h), projekt (15h) oraz ćwiczenia laboratoryjne (15h). Laboratoria posłużą jako praktyczna ilustracja koncepcji nauczanych na wykładzie i będą wykonywane przez studentów przy pomocy oprogramowania przygotowanego przez nauczycieli. Na projektach studenci zdobędą praktyczne doświadczenie w przetwarzaniu sygnałów poprzez samodzielną implementację wybranych algorytmów ich przetwarzania w językach programowania takich jak Matlab oraz Python.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim:

In the course, the students will be taught advanced and up to date topics in signal processing and information theory that are being widely applied for signal transmission and visual and audio media compression and many other applications of signal processing. During the lectures, we will briefly remind on the role of transforms in analogue and discrete signal processing and on the fundamentals of information theory. We will further explore advanced methods of time-frequency analysis, including the Gabor and wavelet transforms. Applications of various discrete domain transforms to audio and visual signal compression will be discussed, including the Karhunen-Loeve transform and its relation to principal component analysis (PCA). The generalized theory of adaptive filtering will be thought. We will further discuss classification using discrimination and clustering methods and complete the course with signal processing schemes based on sparse representations.

The course will be parted in lectures (30h), projects (15h) and laboratory exercises (15h). The laboratories will serve as practical illustration of the concepts taught in the lecture and will be performed in software prepared by instructors. In the projects, the students will gain hands on experience with signal processing by implementing selected algorithms in programming languages like Matlab, Python on their own.

Treści kształcenia:

WYKŁADY:

1. Podstawowe pojęcia teorii sygnałów i systemów

Reprezentacje ortogonalne sygnałów zdeterminowanych. Szeregi i transformaty Fouriera, FFT, transformata Laplace'a i Hilberta. Transformata Z. Procesy stochastyczne jako narzędzie do opisu sygnałów losowych. Liniowe systemy przetwarzania sygnałów – filtry analogowe i cyfrowe.

2. Elementy teorii informacji

Pojęcie wiadomości i informacji, źródło wiadomości. Ilość informacji i jej miara. Entropia źródła. Kanał komunikacyjny i jego modele informacyjne. Kodowanie źródłowe i kanałowe, kompresja stratna i bezstratna. Pojemność informacyjna kanału, twierdzenie Shannona.

3. Analiza czasowo-częstotliwościowa sygnałów:

Krótkoczasowa transformata Fouriera. Pojęcie okna czasowego, spektrogramy sygnałów. Transformata Gabora. Elementarna funkcja Gabora. Pojęcie falek, transformata falkowa, ciągłe przekształcenie falkowe, skalogram, dyskretna transformata falkowa, przykłady zastosowań w przetwarzaniu dźwięku i obrazu.

4. Zastosowanie transformat w technice kompresji sygnałów:

Od Dyskretnej Transformaty Fouriera, poprzez Dyskretną Transformatę Cosinusoidalną do zmodyfikowanych (rozciągniętych - *extended*) transformat cosinusoidalnych (MDCT, LT, ELT). Zastosowanie wymienionych

transformat w koderach audio (np. MP3). Problem koncentracji energii, dekorelacji, transformata Karhunen-Loevego. Metoda składowych głównych (PCA) w analizie dźwięku i obrazu. Kodery transformaty, a kwantyzatory wektorowe. Zagadnienie perfekcyjnej rekonstrukcji i filtry polifazowe.

5. Filtracja adaptacyjna i jej zastosowania:

Zagadnienie predykcji, filtracji zakłóceń, tłumienia echa, identyfikacji układów dynamicznych– jednolity opis matematyczny. Filtr Wienera i jego właściwości, zastosowanie do identyfikacji kanału transmisyjnego czy korekcji interferencji symbolowych, filtracji szumu selektywnego. Algorytmy adaptacji: stochastycznego gradientu (SG), najmniejszej sumy kwadratów (LMS), analiza zbieżności LMS .

6. Zagadnienia rozpoznawania i klasyfikacji:

Dyskryminatory liniowe, zastosowanie w parametrycznych koderach mowy. Dyskryminatory nieliniowe, na przykładzie dyskryminatora kwadratowego, klastrowanie k-średnich, maszyny wektorów nośnych.

7. Reprezentacje rzadkie sygnałów

Pojęcie K-rzadkości, regresja statystyczna, regularyzacja, próbkowanie oszczędne, reprezentacje rzadkie z wykorzystaniem dekompozycji SVD.

PROJEKT:

W ramach zajęć projektowych studenci przygotowują samodzielnie w języku Matlab lub Python program komputerowy, który będzie realizował lub symulował wybrane, praktyczne zastosowanie przetwarzania sygnałów z obszaru o tematyce silnie skorelowanej z wykładem, ale niekoniecznie omawiane na wykładzie, tak by studenci musieli sięgnąć do aktualnej literatury przedmiotu. Projekty będą wykonywane w zespołach dwuosobowych. Zaliczenie projektu polegało będzie na przedstawieniu kodu programu i raportu pisemnego w formie typowej dla tekstów akademickich.

Przykładowe tematy projektów:

- Bezstratna kompresja audio (FLAC i inne).
- Analiza porównawcza algorytmów kompresji bezstratnej dla tekstów i obrazów (RAR, ZIP).
- Analiza porównawcza metod kodowania sygnałów mowy w aplikacjach internetowych typu Skype, Hangouts itp.
- Porównanie kompresji obrazów z wykorzystaniem SVD/PCA z kodowaniem w dziedzinie transformaty DCT lub DFT.
- - Rzadka aproksymacja wektorów sygnału.
- - Zastosowanie rzadkiej aproksymacji do kompresji sygnału audio.

LABORATORIA:

Zajęcia laboratoryjne będą stanowiły praktyczną ilustrację do zagadnień poruszanych na wykładzie. Będą się one odbywać w środowisku komputerowym z oprogramowaniem Matlab. Część programów zostanie przygotowana przez prowadzących i udostępniona.

Laboratorium obejmuje 5 ćwiczeń:

1. Transformaty w kompresji sygnałów fonicznych.
2. Analiza czasowo-częstotliwościowa sygnałów: spektrogram, skalogram, transformacja Gabora.
3. Kwantyzacja skalarna i wektorowa sygnałów fonicznych.

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TiC, przedmiot obowiązkowy, zmodyfikowany – PSITI

4. Transformacja Karhunen-Loevego i analiza składowych głównych (PCA) w zastosowaniu do kompresji obrazów.
5. Reprezentacje rzadkie sygnałów.

Egzamin: NIE

Wymiar godzinowy zajęć: 60 h

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
<i>Wykład</i>	- 30
<i>Zajęcia Projektowe</i>	- 15
<i>Laboratoria</i>	- 15

Organizacja zajęć:

Realizacja przedmiotu obejmuje następujące formy zajęć:

- wykład prowadzony w wymiarze 2 godz. tygodniowo,
- projekt prowadzony w wymiarze 1 godz. tygodniowo (2 godz., co drugi tydzień, w formie konsultacji z prowadzącym)
- zajęcia laboratoryjne w wymiarze 1 godz. tygodniowo zorganizowane w 5 zajęć laboratoryjnych po 3 godziny.

Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest poprzez:

- ocenę wiedzy i umiejętności związanych ze zrozumieniem wykładu przez rozwiązywanie zadań na dwóch kolokwium w trakcie semestru,
- weryfikację wiedzy teoretycznej na praktycznych zajęciach laboratoryjnych: sprawdzenie czy student(ka) wyciąga prawidłowe wnioski z przeprowadzonych eksperymentów,
- weryfikację wiedzy praktycznej przez samodzielną realizację zadania projektowego i obronę projektu w formie sprawozdania.

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 63godz., w tym*
 - *obecność na wykładach: 30 godz.,*
 - *obecność na zajęciach laboratoryjnych: 15 godz.,*
 - *obecność na zajęciach projektowych: 10 godz,*
 - *udział w konsultacjach związanych z realizacją przedmiotu: 6 godz.*
 - *udział w kolokwium – 2 godz.*
2. *praca własna studenta – 55 godz., w tym*
 - *analiza literatury i materiałów wykładowych związana z przygotowaniem do kolejnych wykładów 10 godz ,*
 - *przygotowaniem do zajęć laboratoryjnych 10 godz*
 - *analiza zagadnienia projektowego, napisanie kodu, testowanie kodu, weryfikacja wyników z literaturą, napisanie sprawozdania: 25 godz.*
 - *przygotowanie do kolokwium: 10 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 118 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

UWAGA: 1 punkt ECTS odpowiada w tym przypadku 29,5 godz. pracy studenta, a więc mieści się w dozwolonym przedziale.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:
2,14 pkt. ECTS, co odpowiada 63 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,72 pkt. ECTS co odpowiada 50 godz. (15 godz. zajęć laboratoryjnych i 25 godz. poświęconych na realizację projektu, obecność na zaj. projektowych 10 godz.)

Wymagania wstępne:

Wcześniej ukończony kurs przetwarzania sygnałów na poziomie inżynierskim.

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ¹⁷	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w1	Ma wiedzę obejmującą zaawansowany aparat matematyczny stosowany w przetwarzaniu sygnałów: całki, pochodne, szeregi funkcyjne, zna przekształcenie równań różniczkowych i różnicowych w równania algebraiczne, wie czym są wektory i wartości własne, singularne, zna metodę najmniejszych kwadratów, rozumie zależności między widmem zespolonym sygnału a jego własnościami w dziedzinie czasu, rozumie pojęcie prawdopodobieństwa, rozkładu prawdopodobieństwa, rozkładów brzegowych, prawdopodobieństwa warunkowego, zna twierdzenie Bayesa	Wykład, projekt, laboratorium	Kolokwium, projekt	W01, W07
w2	Zna metody analizy czasowo-częstotliwościowej sygnałów i rozumie problemy tej analizy	Wykład, projekt, laboratorium	Kolokwium, projekt, laboratorium	W06, W07
w3	Rozumie metody i ograniczenia bezstratnej transmisji informacji w mediach transmisyjnych oraz kompresji sygnałów i danych wynikające z teorii informacji	Wykład, projekt, laboratorium	Kolokwium, projekt, laboratorium	W02, W07
w4	Zna metody stratnej kompresji informacji przy pomocy transformat ortogonalnych i kodowania transformatowego, kwantyzacji skalarnej oraz wektorowej, optymalnego kodowania źródeł	Wykład, projekt, laboratorium	Kolokwium, projekt, laboratorium	W06, W07
w5	Zna metody klasyfikacji, klasteryzacji oraz metody reprezentacji rzadkich, rzadkiej regresji, potrafi je zastosować do sygnałów	Wykład, projekt, laboratorium	Kolokwium, projekt, laboratorium	W03, W13

¹⁷ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

	oraz do danych			
UMIEJĘTNOŚCI				
u1	Potrafi na podstawie analizy tekstów w bazach książkowych, czasopism oraz materiałów z wykładu samodzielnie zanalizować wybrany problem przetwarzania sygnałów oraz stworzyć narzędzie do symulacji tego zagadnienia	Projekt	Projekt	U01, U02, U03
u2	Potrafi posługiwać się bibliotekami numerycznymi pakietów informatycznych do przetwarzania sygnałów, np. Matlab Signal Processing Toolbox, scipy.signal	Projekt, Laboratorium	Projekt, Laboratorium	U02, U04, U05
u3	Potrafi projektować i implementować samodzielnie oprogramowanie służące do przetwarzania sygnałów oraz kompresji multimediiów oraz oceniać wydajność algorytmów	Projekt	Projekt	U06, U07
u4	Wybiera właściwą bazę do reprezentacji sygnału w celu jego kompresji lub przetwarzania	Wykład, laboratorium, projekt	Kolokwium, laboratorium, projekt	U02
u5	Potrafi obliczyć transformatę Fouriera, Hilberta, Gabora, falkową, Karhunen-Loevego analitycznie oraz numerycznie	Wykład, projekt	Kolokwium, projekt	U02
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k1	Potrafi wyszukiwać informacje oraz kody źródłowe na temat przetwarzania sygnałów w bibliotece, internecie i innych repozytoriach weryfikując ich przydatność	Wykład, projekt	Projekt	K03
k2	Potrafi napisać tekst akademicki zgodnych z kanonami tej sztuki	Projekt	Projekt	K01

KRYPTOGRAFIA STOSOWANA

Applied cryptography

Poziom kształcenia:	<i>II stopień - studia magisterskie, III stopień</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Telekomunikacja</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Telekomunikacji</i>
Koordinator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obowiązkowy</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	
Minimalny numer semestru:	
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	
Dyskonta	
Limit liczby studentów:	

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja, specjalność Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo.

Cel przedmiotu:

Przedmiot ma na celu zapoznanie słuchaczy z istniejącymi problemami dotyczącymi: budowy, analizy i implementacji algorytmów wykorzystywanych w celu skutecznej ochrony informacji w systemach teleinformatycznych. Duży nacisk zostanie położony na istotne i aktualne zagadnienia, takie jak: wykorzystanie równoległych algorytmów-systemów o wysokiej wydajności, bezpieczeństwo przetwarzania danych w chmurze obliczeniowej, obliczenia i komputery kwantowe oraz kryptografia typu post-kwantum.

Skrócony opis przedmiotu:

Przedmiot ma na celu zapoznanie słuchaczy z istniejącymi problemami dotyczącymi: budowy, analizy i implementacji algorytmów wykorzystywanych w celu skutecznej ochrony informacji w systemach teleinformatycznych. Podczas wykładu zostaną zaprezentowane podwaliny historyczne omawianej dziedziny, w tym dotyczące złamania szyfru Enigmy przez polskich kryptologów, oraz klasyczne zagadnienia z obszaru algorytmów stosowanych w kryptografii symetrycznej i asymetrycznej, jak i szereg metod ataku na istniejące systemy. Duży nacisk zostanie położony na istotne i aktualne zagadnienia, takie jak: wykorzystanie równoległych algorytmów-systemów o wysokiej wydajności, bezpieczeństwo przetwarzania danych w chmurze obliczeniowej, obliczenia i komputery kwantowe oraz kryptografia typu post-kwantum.

Równolegle do wykładów, prowadzone będą laboratoria, których głównym celem będzie czytelna ilustracja omawianych zagadnień. W odniesieniu do klasycznych tematów kryptografii i kryptoanalizy zostanie wykorzystane środowisko: Cryptool (patrz portal: <https://www.cryptool.org/en/>) oraz przykłady w nim zawarte. W przypadku historii złamania Enigmy – Enigma Simulator. W kontekście nowych, aktualnych zagadnień

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TiC, przedmiot obowiązkowy, zmodyfikowany – KRYS

kryptologii zostaną wykorzystane środowiska, takie jak: Sage, (<http://www.sagemath.org>) oraz język: Cryptol firmy Galois (galois.com). Dla osób które będą zainteresowane implementacją sprzętową rozważanych algorytmów dostępne będą środowiska firmy Intel-Altera: Quartus i OpenCL.

Ważnym elementem przedmiotu jest projekt, który obejmuje następujące części:

- wybór i definicja problemu, analiza źródeł,
- opracowanie wstępnego rozwiązania,
- projekt i implementacja programowo-sprzętowa,
- testowanie uzyskanego rozwiązania,
- wykonanie dokumentacji projektowej,
- krytyczna analiza uzyskanych wyników.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim:

The course is designed to familiarize students with existing problems related to the construction, analysis and implementation of algorithms used in order to protect information in ICT systems. During the lecture they will be presented historical foundations of this area, including the breaking Enigma by Polish cryptanalysts, and classic issues from the algorithms used in symmetric and asymmetric cryptography, as well as a number of methods of attacks on existing systems. Great emphasis will be placed on relevant and current issues, such as: the performance analysis of cryptographic algorithms in the age of high performance computing HPC, cloud computing security, quantum computing and post-quantum cryptography.

In addition to lectures, the laboratories will be conducted. Their main objective will be clear illustration of the discussed issues. In regard to the explanation of classical concepts of cryptography and cryptanalysis, the Cryptool environment will be used (<https://www.cryptool.org/en/>). In the case, of Enigma machine story – we will use Enigma Simulator. In the context of new and current issues in cryptology, the Sage environment will be applied (<http://www.sagemath.org>) as well as: Cryptol language (from: galois.com). For those who are interested in the hardware implementation of the considered algorithms - the Quartus tool and the OpenCL framework will be available (from Intel-Altera).

An important part of the course is a project. It consists of the following parts (problem solving steps process):

- identifying and defining of the problem, an analysis of: sources, alternative solutions,
- developing an initial solution, software-based,
- designing and implementing of software-hardware solution,
- testing the resulting solution,
- working out project documentation,
- critical analysis of the results.

Treści kształcenia:

Treść wykładu:

1. Szyfry i ich historia, miary informacji i złożoności
2. Wprowadzenie do teorii permutacji, oraz teorii grup
3. O tym jak doszło do złamania szyfru Enigmy, budowa, ataki RRZ
4. Elementarna teoria liczb, twierdzenia: Fermata, Euler, ChToR, Czebyszewa
5. Algorytmy: Diffiego-Hellman, RSA, ElGamala, redukcja Montgomerego, ataki
6. Funkcje skrótu, ataki, metoda tęczowych tablic, technologia blockchain
7. Implementacja szybkiej transformaty Fouriera, zastosowanie twierdzenia o splocie
8. Obliczenia w ciałach skończonych, na krzywych eliptycznych, DSA, ECDSA, ataki
9. Komputery kwantowe, bramki, rejestry, kwantowa QFT
10. Algorytm faktoryzacji liczb Shora
11. Kody korygujące błędy, konstrukcja, generowanie kodu
12. Kody typu: BCH , Reeda-Salomona, kodery-dekodery

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TiC, przedmiot obowiązkowy, zmodyfikowany – KRYŚ

13. Kryptografia bazująca na: kodach, kratkach, funkcjach skrótów, układach równań
14. Algorytmy strumieniowe i symetryczne, nie-linowości, ataki algebraiczne
15. Metody formalnej weryfikacji, problemy NPC, SAT-solvery.

Laboratoria-struktura:

1. Działanie Enigmy, symulacje
2. Ataki na system Enigmy
3. Podstawy teorii liczb, symulacja w SAGE
4. Szyfry: RSA, ElGamal, symulacja w SAGE oraz ataki
5. Krzywe eliptyczne, symulacja w SAGE
6. Podpis ECDSA, symulacja w SAGE, oraz ataki
7. Sieci typu VPN, protokoły, infrastruktura PKI, certyfikaty
8. Kryptografia typu post-quantum

Zakres projektu:

Projekt programowo-sprzętowy, a w tym:

1. Analiza wstępna: precyzyjne wskazanie i definicja badanego problemu, krytyczna analiza istniejących, aktualnych otwartych i komercyjnych jego rozwiązań (programowych, sprzętowych i mieszanych)
2. Opracowanie wstępnego prototypu rozwiązania, na przykład stworzenie modelu symulacyjnego
3. Projekt i implementacja programowo-sprzętowa, uruchomienie na wybranych platformach sprzętowych
4. Testowanie, z wykorzystaniem modelu symulacyjnego
5. Dokumentacja projektu, opis: problemu i jego rozwiązania, oraz testowania
6. Krytyczną analizę uzyskanych wyników

Uwagi realizacyjne:

- Część 1 projektu jest przedstawiana w pierwszym miesiącu semestru,
- Część 2 projektu jest przedstawiana w drugim miesiącu semestru,
- Części 3 i 4 projektu są prezentowane przed końcem semestru,
- Części 5 i 6 projektu są prezentowane w czasie egzaminu końcowego.

Egzamin: TAK

Wymiar godzinowy zajęć: 60

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
Wykład	30
Zajęcia Projektowe	15
Laboratoria	15

Organizacja zajęć:

Realizacja przedmiotu obejmuje następujące formy zajęć:

- wykład prowadzony w wymiarze 2 godz. tygodniowo,
- zajęcia laboratoryjne w wymiarze 2 godzin co drugi tydzień,
- zajęcia projektowe; w ramach których prowadzący będzie objaśniał zagadnienia niezbędne do realizacji projektu, wprowadzając dodatkowe treści kształcenia związane z praktycznym realizowaniem zadań w obszarze kryptologii

Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań laboratoryjnych oraz poprzez dyskusję o realizacji projektu z prowadzącym,
- ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań projektowych – ocenę sprawozdań z realizacji projektu (poszczególnych etapów projektowych) oraz poprzez dyskusję o realizacji projektu z prowadzącym,
- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie ustnym o charakterze problemowym (na egzaminie student może korzystać z dowolnych materiałów dydaktycznych).

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis): np.:

1. *liczba godzin kontaktowych – 70 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na zajęciach laboratoryjnych 15 godz.,
obecność na zajęciach projektowych 15 godz.,
udział w konsultacjach związanych z realizacją przedmiotu 6 godz.,
obecność na egzaminie 4 godz.*
2. *praca własna studenta – 50 godz., w tym
realizacja projektu 40 godz.,
przygotowanie do egzaminu 10 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 120 godz. (70+50 = 120 godz.), co odpowiada 4 pkt. ECTS.

UWAGA: 1 punkt ECTS odpowiada w tym przypadku 30 godz. pracy studenta, a więc mieści się w dozwolonym przedziale.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:
2,33 pkt. ECTS, co odpowiada 70 godz. kontaktowym

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,33 pkt. ECTS, co odpowiada 70 godz. (udział w ćwiczeń laboratoryjnych 15g, obecność na zaj.projektowych 15g, realizacja projektu 40g)

Wymagania wstępne: brak

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ¹⁸	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	Zna najważniejsze algorytmy wykorzystywane w ochronie informacji. Rozumie ich strukturę i budowę.	wykład	egzamin	W01, W02 W03, W04, W05, W06, W09, W11, W13, W14
w02	Zna kryteria oceny: bezpieczeństwa i złożoności algorytmów wykorzystywanych w ochronie informacji. W tym, podatności systemów na ataki.	wykład	egzamin	W01, W02 W03, W04, W05, W06, W09, W11, W13, W14
UMIĘTNOŚCI				
u01	Umie przeanalizować strukturę, złożoności i bezpieczeństwo danego algorytmów wykorzystywanego w obszarze ochronie informacji	zajęcia projektowe	sprawozdanie, prezentacja	U13
u02	Umie pozyskiwać informacje z literatury (głównie anglojęzycznej) dotyczące wybranych zagadnień na temat projektu oraz zdefiniować problem badawczy	zajęcia projektowe	sprawozdanie, prezentacja	U01 U02 U05 U06
u03	Umie zaprojektować rozwiązanie sformułowanego problemu oraz zaplanować projekt i go zrealizować	zajęcia projektowe	sprawozdanie, prezentacja	U09 U13 U14
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k01	Potrafi pracować indywidualnie i w zespole projektowym	warsztaty	obserwacja, ocena aktywności podczas zajęć	K03
k02	Ma świadomość metod projektowania i oceny zabezpieczeń informacji oraz umie to komunikować w grupie	warsztaty	obserwacja, ocena aktywności podczas zajęć	K03
k03	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy	warsztaty	obserwacja, ocena aktywności podczas zajęć	K01
k04	Jest świadom wiążącej się z jego kwalifikacjami zawodowymi roli społecznej oraz obowiązku rozwijania dorobku zawodu	warsztaty	obserwacja, ocena aktywności podczas zajęć	K02

¹⁸ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

SYSTEMY I SIECI ŚWIATŁOWODOWE

Optical fibre systems and networks

Poziom kształcenia:	<i>studia drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Telekomunikacja</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Telekomunikacji</i>
Koordynator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obowiązkowy</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	<i>2</i>
Minimalny numer semestru:	
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	
Dyskonta	<i>brak</i>
Limit liczby studentów:	

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja, specjalność Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo.

Cel przedmiotu:

Przedmiot ma na celu zapoznanie słuchaczy z innowacyjnymi systemami i sieciami światłowodowymi oraz z podstawowymi zagadnieniami ich bezpieczeństwa.

Skrócony opis przedmiotu:

Przedmiot ma na celu zaznajomienie słuchaczy z nowoczesnymi systemami i sieciami transmisji światłowodowej oraz wybranymi zagadnieniami ich bezpieczeństwa. W ramach przedmiotu między innymi zostanie omówiona transmisja światłowodowa o ultra-szybkich przepływnościach z wykorzystaniem techniki koherentnej czy światłowodowa transmisja analogowych sygnałów radiowych. Przedstawione zostaną zagadnienia bezpieczeństwa systemów i sieci światłowodowych, w tym wykrywania i zapobiegania atakom w warstwie fizycznej.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim:

The course aims to familiarize students with modern fiber optic transmission systems and networks, and selected aspects of their security. The subject of the course will include fiber optic transmission with ultra-fast data rates using coherent technique or fiber optic transmission of analog radio signals. Aspects of security of fiber optic systems and networks will be presented, including detection and prevention of attacks in the physical layer.

Treści kształcenia:

Wykład:

1. Wprowadzenie
Powtórzenie podstawowych wiadomości z transmisji światłowodowej: typy i właściwości światłowodów, podstawowe komponenty światłowodowego systemu transmisyjnego.
2. Systemy i sieci
Budowa i właściwości użytkowe systemów światłowodowych takich jak PON, WDM czy OTN.
3. Transmisja koherentna
Układy optycznych nadajników i odbiorników koherentnych. Cyfrowe przetwarzanie sygnałów w transmisji koherentnej. Budowa koherentnego systemu transmisyjnego.
4. RoF
Światłowodowa transmisja sygnałów analogowych (RoF). Budowa systemu RoF i jego właściwości. Zastosowania i kierunki rozwoju RoF.
5. Bezpieczeństwo
Techniki podsłuchu i możliwości zakłócenia pracy w transmisji światłowodowej. Metody wykrywania i przeciwdziałania zagrożeniom. Kryptografia i komunikacja kwantowa.
6. Systemy i sieci
Budowa i właściwości użytkowe systemów światłowodowych takich jak PON, WDM czy OTN.

Projekt:

Projekt 1: Każdy z uczestników dostaje jedno lub dwa zagadnienia obliczeniowe (zadania) do samodzielnego rozwiązania, a następnie prezentuje swoje rozwiązania całej grupie w ramach zajęć projektowych. W dyskusji grupa ocenia poprawność rozwiązania.

Projekt 2: Każdy z uczestników dostaje do rozwiązania zagadnienie wymagające obliczeń wspomaganych komputerowo. Jego/jej zadaniem jest napisanie odpowiedniego oprogramowania w wybranym przez siebie środowisku, które rozwiązuje postawiony problem. W trakcie indywidualnych konsultacji prowadzący przeprowadza dyskusję na temat zastosowanego rozwiązania i sprawdza jego poprawność.

Egzamin: *NIE*

Wymiar godzinowy zajęć: 45

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
---------------------------------	-------------------------------

<i>Wykład</i>	15
---------------	----

<i>Zajęcia Projektowe</i>	30
---------------------------	----

Organizacja zajęć:

Wykład jest realizowany w pierwszej części semestru. Prezentacje rozwiązań projektu odbywają się w drugiej części semestru w godzinach zajęć. Prezentacje rozwiązań projektu 2 odbywają się przez cały semestr w ramach indywidualnych konsultacji.

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 53 godz., w tym
obecność na wykładach 15 godz.,
obecność na zajęciach projektowych (projekt 1, projekt 2) 30 godz.
konsultacje 6 godz.
kolokwium 2 godz.
2. praca własna studenta – 50 godz., w tym
przygotowanie do kolokwiów - 15 godz.,
przygotowanie projektu 1 - 15 godz.,
przygotowanie projektu 2 - 20 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 103 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:
2,1 pkt. ECTS, co odpowiada 53 godz. kontaktowym

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,76 pkt. ECTS, co odpowiada 60 godz. (35 godz. przygotowania projektów, 30 godz. obecność na zaj. projektowych i 6 godz. konsultacjach projektowych)

Wymagania wstępne:

Studenti powinni być zaznajomieni z podstawami transmisji danych w światłowodzie.

Efekty kształcenia:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ¹⁹	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
W1	Ma pogłębioną wiedzę teoretyczną z zakresu najważniejszych typów sieci telekomunikacji optycznej, a także działania kluczowych ich elementów wraz z określeniem ich roli	Wykład/ projekt	Kolokwium	W02,W03, W04,W09, W11, W12
W2	Ma pogłębioną wiedzę teoretyczną dotyczącą czynników ograniczających możliwości zastosowań poszczególnych elementów optycznych w sieciach i stopnia ich narażenia na ataki, a także ograniczeniach samej transmisji optycznej	Wykład / projekt	Kolokwium	W02,W03, W04,W05, W07,W09,W1 4
W3	Zna i rozumie aparat matematyki wyższej, w tym rachunek różniczkowo-całkowy, pozwalający obliczyć parametry transmitowanych sygnałów dla typowych	Wykład / projekt	Kolokwium / projekt	W01, W02, W06, W14

¹⁹ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

	systemów i sieci używanych w telekomunikacji optycznej			
UMIEJĘTNOŚCI				
U1	Potrafi zaprojektować złożony system transmisyjny przy uwzględnieniu najważniejszych zjawisk	Wykład / projekt	Kolokwium / projekt	U02, U04, U08
U2	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury (głównie anglojęzycznej) dotyczące wybranych szczegółowych zagadnień na temat sieci telekomunikacji optycznej i ich bezpieczeństwa oraz krytycznie je analizować	Wykład / projekt	Kolokwium / projekt	U01
U3	Potrafi rozwiązać postawione złożone zadanie projektowe dotyczące modelowania zjawisk zachodzących w sieciach telekomunikacji optycznej i ich narażenia na ataki, a wymagające syntezy metod analitycznych i symulacji/ obliczeń komputerowych	Wykład / projekt	Kolokwium / projekt	U02, U08
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
K1	Potrafi przygotować i przedstawić prezentację oraz prowadzić dyskusję dotyczącą uzyskanych wyników projektu.	Projekt	Projekt	K01, K03
K2	Ma orientację zawodową w obszarze systemów i sieci optycznych i jest świadomy procesu uczenia się w kierunku zwiększania kompetencji w tym obszarze	Wykład / projekt	Kolokwium / projekt	K02

INTELIGENTNE CZUJNIKI DLA INTERNETU RZECZY

Smart sensors for Internet of Things

Poziom kształcenia:	<i>drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Telekomunikacja</i>
Profil studiów:	<i>Ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Telekomunikacji</i>
Koordynator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>Zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>Obieralny</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>Polski</i>
Semestr nominalny:	<i>-</i>
Minimalny numer semestru:	<i>2</i>
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	<i>Znajomość podstaw elektroniki i komunikacji bezprzewodowej</i>
Dyskonta:	<i>-</i>
Limit liczby studentów:	

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Modyfikacja specjalności Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo

Cel przedmiotu:

Celem niniejszego przedmiotu jest przekazanie studentom wiedzy z zakresu czujników pomiarowych oraz inteligentnych czujników wykorzystywanych w Internecie Rzeczy, Inteligentnych Miastach i Przemysle 4.0.

Skrócony opis przedmiotu:

Przedmiot ma na celu wprowadzenie studentów w zagadnienia związane z Internetem Rzeczy oraz nowoczesnymi systemami czujnikowymi. W trakcie zajęć przedstawione są konstrukcje, technologie wykonania i parametry typowych czujników oraz omawiane są kierunki rozwoju poszczególnych typów czujników ze szczególnym zwróceniem uwagi na czujniki półprzewodnikowe i innowacyjne czujniki drukowane. W ramach przedmiotu studenci zdobywają umiejętności praktycznego wykorzystywania sprzętu, oprogramowania i technologii transmisji danych do tworzenia w pełni funkcjonalnych systemów dla Internetu Rzeczy.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim:

The course aims to introduce students to technical problems related to the Internet of Things and modern sensor systems. The design classes discuss constructions, manufacturing technologies and parameters of typical sensors, and presents directions for the development of various types of sensors with particular emphasis on semiconductor sensors and innovative printed sensors. As part of the course, students have the opportunity to use

hardware, software, communication and computing systems to create a fully functional system for the Internet of Things.

Treści kształcenia:

Zajęcia składają się z części laboratoryjnej, warsztatowej oraz projektowej. Podstawowym założeniem przedmiotu jest samokształcenie studentów na podstawie materiałów dostarczonych przez prowadzącego oraz eksploracji sieci Internet w poszukiwaniu nowych informacji i rozwiązań pojawiających się na rynku. W trakcie zajęć warsztatowych prowadzący będzie prowadził dyskusję ze studentami na temat najnowszych osiągnięć techniki czujnikowej oraz prezentował rozwiązania i czujniki stosowane w Internecie Rzeczy. Zajęcia laboratoryjne będą odbywać się w pierwszej części semestru i będą stanowić wprowadzenie do narzędzi i technologii wykorzystywanych w części projektowej. Należy zaznaczyć, że zaliczenie laboratoriów będzie warunkiem do przystąpienia do projektu. W jego ramach studenci otrzymają mikroprocesorowe płytki ewaluacyjne wyposażone w moduły komunikacyjne LoRa, Wifi, Bluetooth 5.0 itd., stosowane w sieciach IoT. Zadaniem studentów będzie odpowiednie zaprogramowanie otrzymanych modułów, tak aby realizowały one akwizycję i przekazywanie informacji z czujników do serwera.

Treść zajęć laboratoryjnych:

Zajęcia laboratoryjne wykonywane będą w zespołach dwuosobowych w oparciu o ewaluacyjne zestawy wyposażone w mikrokontrolery ARM z zestawem układów peryferyjnych oraz narzędzi uruchomieniowych. Laboratoria będą składać się z 6 części, na których kolejno będą poruszane tematy niezbędne do realizacji dalszej części projektowej. Zajęcia laboratoryjne obejmą podstawowe zagadnienia związane z poruszaniem się w środowisku uruchomieniowym, inicjalizację i konfigurację mikrokontrolera, obsługę jego układów peryferyjnych takich jak: liczniki, system przerwań czy przetwornik A/C. Ważnym aspektem poruszonym na laboratoriach będzie komunikacja bezprzewodowa oraz obsługa czujników przy pomocy standardowych interfejsów komunikacyjnych takich jak: I2C, SPI czy UART.

Zakres laboratoriów:

- I. przygotowanie mikrokontrolera do pracy, sterowanie liniami portów we/wy,
- II. konfiguracja wewnętrznych układów peryferyjnych mikrokontrolera,
- III. obsługa interfejsów RS232, I²C i SPI,
- IV. komunikacja z zewnętrznymi układami czujnikowymi: pomiar napięcia, temperatury, położenia,
- V. tryby obniżonego poboru mocy, zasilanie bateryjne,
- VI. komunikacja bezprzewodowa przy pomocy standardu LoRa.

Treść zajęcia projektowych:

Tematyka projektu będzie związana z budową systemów IoT wykorzystujących różne typy czujników. systemach tych duży nacisk będzie położony na kreatywne i innowacyjne wykorzystanie czujników oraz syntezę danych pobieranych z kilku czujników jednocześnie. Układy pomiarowe będą zbudowane z gotowych modułów mikroprocesorowych oraz komunikacyjnych. Tematy projektów nie będą narzucane z góry, ale będą efektem analizy zapotrzebowania rynkowego. Elementem projektu będzie opracowanie pomysłu (problemu), jego analiza oraz wywiad wśród potencjalnych użytkowników. Projekt będzie składał się z kilku etapów: przygotowania i testowania rozwiązania problemu, identyfikacji potrzeb użytkownika, redefinicji problemu, przygotowania wstępnego prostego prototypu, testów prototypu, udoskonalenia rozwiązania i prezentacji efektów pracy. Grupy projektowe będą składały się z 3-5 osób. Każdy z członków grupy będzie miał swoją rolę w zespole, jak też przydzielone z tego tytułu zadania. Podczas realizacji projektu zakłada się wykorzystanie innowacyjnych form kształcenia, takich jak „Design Thinking” i „Double Diamond”.

Egzamin: NIE

Wymiar godzinowy zajęć: 60

Formy prowadzonych zajęć Wymiar godzinowy zajęć
Warsztaty – zajęcia zintegrowane - 60

Organizacja zajęć:

Zajęcia realizowane są w formie zajęć zintegrowanych obejmujących części laboratoryjną, warsztatową oraz projektową. Blok zajęć zintegrowanych wynosi 4 godziny, i odbywa się co tydzień przez cały semestr. W pierwszej części zajęć od 2 do 8-go tygodnia semestru, odbywają się zajęcia laboratoryjne. Na zajęciach laboratoryjnych studenci pracują w 2 osobowych zespołach. Po zakończeniu części laboratoryjnej zajęcia skupiają się na część projektowej i warsztatowej. Na zajęciach warsztatowych studenci pracują samodzielnie i w grupach, w zależności od tematyki zajęć. Natomiast zajęcia projektowe realizowane są w grupach składających się z 3-5 osób.

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 60 godz., w tym obecność na zajęciach zintegrowanych 60 godz.*
2. *praca własna studenta – 70 godz., w tym przygotowanie projektu 50 godz., przygotowanie do zajęć zintegrowanych 20 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 130 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,38 pkt. ECTS, co odpowiada 60 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 5 pkt. ECTS, co odpowiada 60 godz. zajęć zintegrowanych, 20 godz. przygotowania do zajęć zintegrowanych i 50 godz. przygotowania projektu.

Wymagania wstępne:

Do przystąpienia do przedmiotu wymagana jest minimum podstawowa wiedza z zakresu układów elektronicznych- oraz transmisji bezprzewodowej.

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ²⁰	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	Ma specjalistyczną wiedzę na temat różnych typów czujników oraz ich parametrów	Zajęcia warsztatowe	weryfikacja podczas warsztatów/ prezentacja projektu	W03 W13

²⁰ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

w02	Ma pogłębioną wiedzę o technologiach komunikacyjnych i czujnikowych wykorzystywanych w Internecie Rzeczy	Zajęcia warsztatowe	weryfikacja podczas warsztatów/ prezentacja projektu	W04 W08 W13
w03	Ma pogłębioną wiedzę na temat interfejsów cyfrowych i analogowych wykorzystywanych w czujnikach	Zajęcia laboratoryjne i projektowe	sprawozdanie z laboratorium /projektu	W02 W03
w04	Ma pogłębioną wiedzę na temat urządzeń i aplikacji dla Internetu Rzeczy	Zajęcia laboratoryjne i projektowe	sprawozdanie z laboratorium /projektu	W04 W13 W14
UMIEJĘTNOŚCI				
u01	Potrafi wybrać i wykorzystać do konkretnych zastosowań odpowiednie czujniki i elementy wykonawcze	Zajęcia projektowe	sprawozdanie z projektu/ prezentacja projektu	U01 U05
u02	Potrafi uruchomić złożone systemy wbudowane przy pomocy oprogramowania sprzętowego dostarczonego przez producenta oraz modyfikować je na własne potrzeby	Zajęcia laboratoryjne	sprawozdanie z laboratorium	U02 U04
u03	Potrafi zaimplementować system do komunikacji przewodowej i bezprzewodowej	Zajęcia laboratoryjne i projektowe	sprawozdanie z projektu /laboratorium	U08
u04	Potrafi przesyłać dane do serwera z użyciem gotowych rozwiązań	Zajęcia projektowe	sprawozdanie z projektu/ prezentacja projektu	U04
u05	Potrafi przygotować oprogramowanie wizualizujące wyniki pomiarów na ekranie komputera	Zajęcia projektowe	sprawozdanie z projektu/ prezentacja projektu	U01 U04
u06	Potrafi pracując w grupie zbudować, udokumentować i przedstawić innym złożony system dla Internetu Rzeczy	Zajęcia projektowe	sprawozdanie z projektu/ prezentacja projektu	U04 U11 U12 U14
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k01	Potrafi samodzielnie pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; dokonując ich selekcji oraz interpretacji, jak też poddawać krytycznej ocenie, integrować uzyskane informacje, wyciągając wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie	Zajęcia projektowe i warsztatowe	sprawozdanie z projektu/ prezentacja projektu	K03
k02	Potrafi przeprowadzić wywiad z użytkownikami systemu oraz identyfikować i odpowiednio realizować ich potrzeby i wymagania	Zajęcia projektowe	sprawozdanie z projektu/ prezentacja projektu	K01

INŻYNIERIA OPROGRAMOWANIA SIECI I USŁUG KRYTYCZNYCH

Software engineering for critical network and services

Poziom kształcenia:	<i>drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Telekomunikacja</i>
Profil studiów:	<i>Ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Telekomunikacji</i>
Koordynator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obieralny</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	
Minimalny numer semestru:	<i>2</i>
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	<i>brak</i>
Dyskonta	
Limit liczby studentów:	

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Modyfikacja specjalności Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo.

Cel przedmiotu:

Przedmiot ma zapoznać słuchaczy z zagadnieniami projektowania, budowania, eksploataowania i rozwoju oprogramowania systemów krytycznych, czyli takich, których wadliwe działanie może prowadzić do nieakceptowalnych konsekwencji. Celem jest wykształcenie umiejętności skutecznego działania na oprogramowaniu takich systemów we wszystkich fazach jego cyklu życia z uwzględnieniem formalizacji i automatyzacji.

Skrócony opis przedmiotu:

Rozważa się zagadnienia inżynierii oprogramowania systemów krytycznych, czyli takich, od których jednostki i społeczeństwa są szczególnie uzależnione, a których wadliwe działanie może prowadzić do nieakceptowalnych konsekwencji (dla życia, zdrowia, mienia, biznesu, powodzenia niepowtarzalnej misji, zachowania poufności, stabilności społecznej, itp.). Zrównoważony rozwój wymaga, by te systemy były godne zaufania (dependable, trustworthy). Nakłada to na inżynierów-projektantów szczególne wymagania profesjonalne, społeczne i etyczne, w tym – obowiązek właściwego doboru i skutecznego zastosowania aktualnych (state-of-the-art) metod, technik i narzędzi projektowo-realizacyjnych, zależnych od rodzaju/obszaru krytyczności systemu czy świadczonej przezeń usługi.

Przedmiot przygotowuje słuchacza do spełnienia tych wymagań. Omawia się związki cech krytycznych systemu (socjo-)technicznego z własnościami oprogramowania stanowiącego zasadniczą część tego większego systemu. Słuchacze poznają metody, techniki i narzędzia oraz dobre praktyki (patterns), standardy, a także

administracyjne (prawne) wymagania ich stosowania w określonych obszarach krytyczności. W szczególności identyfikuje się, w których obszarach lokują się popularne systemy teleinformatyczne (w tym – te budowane i eksploatowane na bazie technologii internetowych) oraz jaki jest obszar i warunki racjonalnego stosowania metod formalnych i metod automatyzacji w procesie realizacji i wykorzystania systemów. Przekazywane w ramach przedmiotu treści służą ugruntowaniu w słuchaczach przekonania, że nie ma jednej "złotej metody" czy narzędzia, którego "produktem" byłoby zaufanie do systemu, lecz że wymagane jest zastosowanie odpowiedniej, właściwej kombinacji metod i wspierających je narzędzi oraz uwzględnienie pozatechnicznych aspektów zaufania.

W ramach wykładu omawia się proces projektowania, dostarczania i utrzymania oprogramowania systemów krytycznych, charakteryzując (z przykładami) zarówno tradycyjne, jak i nowe ("zwinne") podejścia. Nakreśla się zakres i ograniczenia formalizacji i automatyzacji w cyklu życia oprogramowania. W dalszej części, aspekty formalizacji i automatyzacji omawia się szczegółowo w odniesieniu do podstawowych zadań realizowanych w ramach cyklu życia systemu krytycznego i jego oprogramowania: modelowanie i specyfikowanie usług i systemu (w tym analiza cech/własności oprogramowania jako obiektu formalnego), budowanie i wdrażanie oprogramowania, testowanie oprogramowania zawartego (zaimplementowanego) w urządzeniu / systemie, orkiestracja i zarządzanie systemem i jego elementami. Wykładom towarzyszy laboratorium (demonstracja użycia i następnie wspomaganie użycie narzędzi wspierających realizację poszczególnych faz w cyklu życia oprogramowania) oraz projekt (samodzielna realizacja zadań z wykorzystaniem narzędzi).

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim:

The course discusses the main issues of Software Engineering in the context of Critical Systems, i.e., those on which individuals and societies deeply depend and whose failure may lead to unacceptable consequences (e.g., threatening life, health, property, public infrastructure, business continuity, success of a one-time mission, privacy, information security, social and political stability, etc.). For sustainable development, such systems need to be *dependable*, or *trustworthy*. This imposes particular professional, social and ethical obligations upon engineers-designers. In particular, a designer is required to be able to select and effectively apply a proper set of state-of-the-art methods, techniques and tools for the design and realization of a system, adequate to the type of system and its services, and the kind and level of its criticality.

The course prepares the enrolled students to face this challenge. We discuss the relations between the critical properties of a socio-technical *system* and the properties of *software* that is a substantial part of this (larger) system. Students learn the methods, techniques, tools, proven

patterns of their application, standards, and administrative / legal requirements on the ways in which criticality is to be addressed. In particular, we identify the position of popular ICT systems (including those built and operated using Internet-related technologies) within the taxonomy of criticality aspects, as well as the areas and conditions for the reasonable and justifiable application of Formal Methods and automation in the process of developing and operating a system. The main message that the course intends to convey is that there is no single "silver bullet" method or tool that could be used to generate trust in a system and its services. For this, a properly chosen combination of multiple methods and supporting tools must be applied, bearing in mind that some important aspects of "trust" and "failure" are extra-technical.

The lectures present, discuss and illustrate the process of designing, provisioning, and maintaining the software part of a critical system. Both traditional and "new" (agile) approaches are dealt with. The scope and limitations of formalizing and automating various elements within the life cycle of a software-dominated critical system are identified. Various aspects of formalization and automation are further discussed in more detail with regard to fundamental tasks executed within the system and software life-cycle: modelling and specifying a system (which includes the analysis of the properties of software treated as an abstract, formal object), building (implementing) and deploying software, testing of software implemented (embodied) in a system, orchestrating and maintaining a system and its components. Lectures are accompanied by laboratory exercises (demonstrating the use of tools that support particular phases of the software life-cycle, and then assisting the students in applying these tools to sample problems). Each exercise leads to a project assignment for an unassisted attempt at tackling more involved problems with a tool.

Treści kształcenia:

Przedmiot obejmuje 5 części wykładowych. Z każdą częścią, poczynając od części drugiej, jest związane ćwiczenie laboratoryjne. Ćwiczenie to ma za zadanie zapoznać słuchaczy z metodami i narzędziami wspierającymi sformalizowaną i zautomatyzowaną realizację określonego rodzaju zadań w procesie projektowania, dostarczania i wykorzystywania systemów krytycznych. Każde ćwiczenie ma swoje uzupełnienie i rozwinięcie w postaci części projektu, która służy nabyciu umiejętności samodzielnej realizacji tego zadania z wykorzystaniem poznanych w trakcie laboratorium narzędzi, na przykładzie wskazanego systemu.

WYKŁAD:

- Oprogramowanie systemów krytycznych (4 godz.).

Pojęcie systemu krytycznego, przykłady, konsekwencje dla projektowania, wytwarzania i eksploatacji. Implikacje socjo-techniczne, związki między aspektami technologicznymi, społecznymi (w różnej skali, także – z perspektywy indywidualnej osoby) oraz ekonomicznymi.

Klasyfikacje aspektów krytyczności ze względu na:

- charakter zagrożenia (systemy life-critical, mission-critical, safety-critical, security-critical, business-critical, time-critical);
- generalne podejścia i ich systemy pojęciowo-terminologiczne ("szkoły": dependability, safety, security, real-time);
- stopień zaawansowania działań podjętych w związku z krytycznym charakterem systemu (SIL1-4 zgodnie z IEC61508);
- przedmiot i stopień formalizacji, i powiązaną z tym możliwość automatyzacji działań;
- fazę/etap cyklu życia systemu, w którym podejmuje się działania związane z krytycznością (obróbka wymagań i specyfikowanie; testowanie projektowe i produkcyjne; realizacja; dostarczanie; konfiguracja; eksploatacja, z reagowaniem na zdarzenia zagrażające);
- generalny kierunek komplementarnych metod radzenia sobie z krytycznością (skoncentrowane na procesie, w tym: elementy organizacyjno-pragmatyczne, metodyki, i właściwa dla nich automatyzacja działań; skoncentrowane na produkcji, w tym: elementy formalno-matematyczne i właściwa dla nich automatyzacja analiz i przekształceń).

Związki krytyczności z klasycznymi atrybutami jakości (*quality*) systemu / oprogramowania, w tym: z niezawodnością i bezpieczeństwem. Istota, historia, zakres, praktyka i reprezentatywne rezultaty stosowania Metod Formalnych (FM) oraz warunki i ograniczenia automatyzacji.

- Proces rozwoju i wdrażania systemów krytycznych (8 godz.).

Cykl życia oprogramowania: język, aktorzy, modele. Uwarunkowania i związane z nimi wymagania (czas, efektywność).

Podejścia do krytyczności nakierowane na proces: proces end-to-end i proces bardziej lokalny; proces realizowany przez ludzi/zespoły i jego automatyzacja / wspomaganie; modele procesu dostarczania / cyklu życia oprogramowania; ekosystemy rozwojowe – jakie są i jak działają; pozatechniczne aspekty krytyczności (interakcja z użytkownikiem). Ciężkie i zwinne procesy dostarczania oprogramowania. Wielkość i złożoność oprogramowania a metodyki wytwarzania oprogramowania: plan-driven, incremental, test-driven. Metoda Scrum rozwoju oprogramowania. Wytwarzanie oprogramowania a wytwarzanie produktów: pojęcie wzorów projektowych (design patterns); pojęcie i praktyka "Design Thinking" w aspekcie empirycznego odkrywania wpływu produktu / prototypu na użytkownika i walidacji. Koncepcje "dojrzałości" (maturity) procesów rozwojowych oprogramowania.

Internet jako platforma rozwoju, uruchamiania i dostarczania systemów. Architektura systemów zorientowanych usługowo SOA: architektura klient-serwer i jej uogólnienie; model usług REST; standaryzacja – protokół HTTP, notacje XML i JSON. "Wielopokoleniowość" oprogramowania: podejście komponentowe COTS (component-based). Standaryzacja modeli informacyjnych, funkcji i procesów. Koncepcje "continuous integration" i "continuous deployment". Metodyka DevOps rozwoju systemów; automatyzacja procesu, wsparcie narzędziowe.

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TiC, przedmiot obieralny, nowy – INOS

Związek metodyki DevOps ze zwinnym (Agile) wytwarzaniem oprogramowania; porównanie z metodykami ciężkimi. Architektura mikro- usługowa: korzyści i zagrożenia; zasady dekompozycji; architektura logiczna – domeny, architektura fizyczna – mikrousługi. Bezstanowość i skalowalność. Wzorce architektoniczne projektowania; fasada usługowa. Mikrousługi a platformy kontenerowe. Platforma kontenerowa Docker; kontenery – obrazy i instancje.

- Modelowanie i specyfikacja systemów krytycznych (8 godz.).

Metody Formalne w działaniach na programie / protokole jako obiekcie formalnym. Co, jak, po co formalizować. Podejścia do formalnego opisu: logiczne (property-oriented), automatowe (model-oriented), algebraiczne. Formalizacja wymagań i specyfikacji cech funkcjonalnych i pozafunkcjonalnych. Przegląd technik i języków formalnego opisu (FDT). Wielokrotne wykorzystanie zbudowanych elementów formalnych w różnych fazach procesu wytwarzania i eksploatacji systemu.

Eksploracja przestrzeni stanów osiągalnych; wzorce defektów (fault) ogólnych i specyficznych. Wyrażanie własności zachowania w logikach temporalnych; model checking. Techniki łączone (stanowo-logiczne). Notacje i języki (EFSM, SDL, MSC, Promela); systemy wspomagające (Spin, PragmaDev). Zakres stosowalności formalnej weryfikacji (ograniczenia fundamentalne i narzędziowe).

- Testowanie systemów krytycznych (6 godz.).

Idea "Formal Testing" – metody formalne a empiryczne badanie zachowania obiektu rzeczywistego sterowanego oprogramowaniem. Dominująca wizja i standaryzacja metod, technik i narzędzi (języków) testowania w różnych środowiskach; konwergencja podejść. Klasy własności (krytycznych) systemu i odpowiadające im rodzaje testów. Pojęcie "model-based testing". Generowanie testów (ręczne-eksperckie, wspomagane, automatyczne). Projektowanie i integracja systemu testowego. Wykonanie (automatyczne) testów. Środowiska projektowo-wykonawcze dla testów (język TTCN, system Pragma-Dev). Testowanie bierne i formalna weryfikacja zachowania działającego systemu (RV, Runtime Verification). Związki z wykrywaniem zachowań towarzyszących atakom (in- trusion detection).

- Monitorowanie i orkiestracja systemów krytycznych (4 godz.).

Wymagania pozafunkcjonalne; wydajność/skalowalność, niezawodność/dostępność, bezpieczeństwo systemów. Monitorowanie stanu systemu – jego elementów i świadczonych przez niego usług. Platforma orkiestracji kontenerów Kubernetes. Orkiestracja kontenerów mikrousług. Awarie częściowe i strategie ich obsługi.

LABORATORIUM:

1. Sformalizowane i zautomatyzowane budowanie i wdrażanie oprogramowania systemu krytycznego. Praktyczne zapoznanie się z budowaniem i wdrażaniem oprogramowania na platformie konteneryzacji Docker w modelu DevOps z wykorzystaniem automatyzacji procesu w oparciu o środowisko GitLab.
2. Sformalizowane i zautomatyzowane modelowanie i specyfikowanie oprogramowania systemu krytycznego. Formalna specyfikacja i automatyczna analiza własności programu / protokołu, z naciskiem na własności krytyczne ogólne i specyficzne dla danego zastosowania. Praktyczne zapoznanie się z narzędziami wspierającymi poznane na wykładzie metody specyfikowania i analizowania programu / protokołu. Zademonstrowanie użycia narzędzi (język Promela, system Spin) na wybranych przykładach.
3. Sformalizowane i zautomatyzowane testowanie oprogramowania systemu krytycznego. Testowanie sterowane formalną specyfikacją. Praktyczne zapoznanie się z narzędziami wspierającymi poznane na wykładzie metody generowania, zapisu i wykonania testów. Zademonstrowanie użycia narzędzi (język TTCN, system PragmaDev) na wybranych przykładach.
4. Sformalizowane i zautomatyzowane zarządzanie i orkiestracja elementów systemu krytycznego. Praktyczne zapoznanie się z platformami Compose i Kubernetes.

Egzamin: tak

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TiC, przedmiot obieralny, nowy – INOS

Wymiar godzinowy zajęć: 60

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
<i>Wykład</i>	- 30
<i>Zajęcia Projektowe</i>	- 15
<i>Laboratoria</i>	- 15

Organizacja zajęć:

Wykłady odbywają się przez cały semestr; są ujęte w wyraźną blokową strukturę, z pięcioma częściami o podobnej długości. Każdemu blokowi wykładowemu, poczynając od drugiego, towarzyszy ćwiczenie laboratoryjne oraz część projektowa. Część projektowa jest powiązana z ćwiczeniem laboratoryjnym i stanowi jego rozwinięcie. Ćwiczenia laboratoryjne wykorzystują infrastrukturę ZSUT IT PW.

Sprawdzenie osiągnięcia założonych efektów uczenia się odbywa się w sposób następujący:

- Egzamin (bez notatek), na koniec semestru, sprawdza wiedzę w zakresie inżynierii oprogramowania systemów i usług krytycznych; wiedzę w zakresie procesu rozwoju systemów oraz metod i mechanizmów zautomatyzowanego budowania i wdrażania oprogramowania; wiedzę w zakresie metod i mechanizmów sformalizowanej specyfikacji i analizy własności oprogramowania teleinformatycznego, oraz umiejętności w zakresie zadania lub odczytania zestawu takich własności z użyciem odpowiedniej notacji; wiedzę w zakresie metod i mechanizmów formalnego, zautomatyzowanego testowania oraz umiejętności w zakresie zadania (zapisania) bądź odczytania i zinterpretowania elementów testu z użyciem odpowiedniej notacji; wiedzę w zakresie metod i mechanizmów zautomatyzowanego zarządzania i orkiestracji oprogramowania systemów krytycznych.
 - Podczas odbywanych w grupach zajęć laboratoryjnych oraz wykonywanych samodzielnie w małych grupach projektów podlegają sprawdzeniu wiedza i umiejętności dotyczące praktycznego zastosowania metod i narzędzi do: specyfikowania i zautomatyzowanej analizy oprogramowania / protokołu; zautomatyzowanego budowania i wdrażania oprogramowania; specyfikowania, zautomatyzowanego generowania i automatycznego przeprowadzania testów; zautomatyzowanego zarządzania i orkiestracji oprogramowania. Formy weryfikacji stosowane w ramach zajęć laboratoryjnych to: krótki sprawdzian wstępny, obserwacja podczas interaktywnego prowadzenia zajęć, sprawozdanie z ćwiczenia. Weryfikacja efektów związana z projektem dokonywana jest na podstawie sprawozdania zespołu oraz dyskusji podczas prezentacji wyników.

Ocenianie w skali punktowej, laboratorium: 20% punktów, projekt: 40% punktów, egzamin testowy z elementami otwartymi: 40% punktów. Ocena końcowa na podstawie łącznej punktacji, w skali standardowej.

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 52 godz., w tym: obecność na wykładach: 30 godz.
 - obecność na laboratorium: 4x3.5 godz. = 14 godz.
 - obecność na zajęciach projektowych: 4 godz.
 - obecność na egzaminie: 2 godz.
 - konsultacje: 2 godz.
2. praca własna studenta – 52 godz., w tym:
 - przygotowanie do wykładów (przejrzenie notatek, zapoznanie się z literaturą: 8 godz.
 - przygotowanie do laboratorium: 4x2 godz. = 8 godz.
 - przygotowanie projektu: 32 godz.
 - przygotowanie do egzaminu: 4 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 104 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TiC, przedmiot obieralny, nowy – INOS

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2.00 pkt. ECTS, co odpowiada 52 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2.23 pkt. ECTS, co odpowiada 22 godz. ćwiczeń laboratoryjnych i przygotowania do nich + 36 godz. przygotowania projektu.

Wymagania wstępne:

Przedmiot zakłada jedynie wiedzę i umiejętności z zakresu obowiązkowych przedmiotów podstawowych, w szczególności dobrą umiejętność programowania i korzystania z narzędzi programistycznych.

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	Forma zajęć/ technika kształcenia	Sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	zna pojęcie systemu krytycznego oraz potrafi sklasyfikować i scharakteryzować rodzaje systemów krytycznych	wykład z dyskusją, projekt	egzamin, zal. projektu	W03, W09, W05
w02	zna i potrafi opisać przestrzeń podejść do projektowania, dostarczania, wdrażania i rozwoju oprogramowania systemów krytycznych, właściwe dla tych podejść modele cyklu życia, metody, narzędzia i praktyki, a także motywy i kierunki	wykład z dyskusją, projekt	egzamin, zal. projektu	W14, W04, W12, W08, W13, W15, W17, W18
w03	zna podstawowe metody, notacje i narzędzia do budowania i wdrażania oprogramowania systemu krytycznego oraz potrafi określić obszary i zakres stosowalności metod/technik sformalizowanych i zautomatyzowanych	wykład, laboratorium, projekt	egzamin, zal. laboratorium, zal. projektu	W14, W04, W12, W08, W13, W17, W18
w04	zna podstawowe notacje, języki, metody, algorytmy i narzędzia do modelowania i specyfikacji oprogramowania systemu krytycznego oraz jego weryfikacji i walidacji jako obiektu formalnego, oraz potrafi określić obszary i zakres stosowalności metod/technik sformalizowanych i zautomatyzowanych	wykład, laboratorium, projekt	egzamin, zal. laboratorium, zal. projektu	W14, W04, W12, W08, W13, W17, W18
w05	zna podstawowe notacje, języki, metody, algorytmy i narzędzia do testowania oprogramowania systemu krytycznego, jego empirycznej weryfikacji i walidacji jako obiektu praktycznego, oraz potrafi określić obszary i zakres stosowalności metod/technik sformalizowanych i zautomatyzowanych	wykład, laboratorium, projekt	egzamin, zal. laboratorium, zal. projektu	W14, W04, W12, W08, W13, W17, W18

w06	zna podstawowe metody, notacje i narzędzia do monitorowania i orkiestracji oprogramowania systemu krytycznego oraz potrafi określić obszary i zakres stosowalności metod/technik sformalizowanych i zautomatyzowanych	wykład, laboratorium, projekt	egzamin, zal. laboratorium, zal. projektu	W14, W04, W12, W08, W13, W17, W18
UMIEJĘTNOŚCI				
u01	umie dobrać i zastosować właściwe środki (metody, narzędzia, w tym – sformalizowane i zautomatyzowane) do budowania i wdrażania oprogramowania systemu krytycznego	wykład, laboratorium, projekt	egzamin, zal. laboratorium, zal. projektu	U02, U05, U06, U07, U08, U09
u02	umie dobrać i zastosować właściwe środki (metody, narzędzia, w tym – sformalizowane i zautomatyzowane) do modelowania i specyfikacji oprogramowania systemu krytycznego oraz jego weryfikacji i walidacji jako obiektu formalnego	wykład, laboratorium, projekt	egzamin, zal. laboratorium, zal. projektu	U02, U05, U06, U07, U08, U09
u03	umie dobrać i zastosować właściwe środki (metody, narzędzia, w tym – sformalizowane i zautomatyzowane) do testowania oprogramowania systemu krytycznego, jego empirycznej weryfikacji i walidacji jako obiektu praktycznego	wykład, laboratorium, projekt	egzamin, zal. laboratorium, zal. projektu	U02, U05, U06, U07, U08, U09
u04	umie dobrać i zastosować właściwe środki (metody, narzędzia, w tym – sformalizowane i zautomatyzowane) do monitorowania i orkiestracji oprogramowania systemu krytycznego	wykład, laboratorium, projekt	egzamin, zal. laboratorium, zal. projektu	U02, U05, U06, U07, U08, U09
u05	potrafi realizować w zespole projekt związany z opracowaniem, wdrożeniem i utrzymaniem (oprogramowania) systemu krytycznego	wykład, laboratorium, projekt	zal. projektu	U01, U02, U05, U06, U07, U08, U09, U14
u06	umie przygotować i przedstawić prezentację dotyczącą uzyskanych wyników projektu dotyczącego oprogramowania systemów krytycznych z wykorzystaniem informacji pozyskanej z literatury (zwłaszcza anglojęzycznej)	projekt	zal. projektu	U01, U11, U12, U13
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k01	potrafi oceniać i wykorzystywać zdobytą wiedzę dotyczącą oprogramowania systemów krytycznych i wykorzystywać ją efektywnie i odpowiedzialnie w komunikacji i działaniu	wykład, projekt, laboratorium, konsultacje	zal. projektu	K03, K01

ANALIZY DANYCH I UCZENIE MASZYNOWE W TELEINFORMATYCE

Data analysis and machine learning for data science

Poziom kształcenia:	<i>II stopień</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>stacjonarna</i>
Kierunek studiów:	<i>Telekomunikacja</i>
Pro I studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność	<i>Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Telekomunikacji</i>
Koordynator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>średnio zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obieralny</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>Polski</i>
Semestr nominalny:	
Minimalny numer semestru:	<i>2</i>
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	<i>brak</i>
Dyskonta:	
Limit liczby studentów:	

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Modyfikacja specjalności Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo.

Cel przedmiotu:

Przedmiot ma za zadanie w praktyczny sposób zapoznać słuchaczy z pojęciem uczenia maszynowego oraz z możliwościami użycia technik uczenia maszynowego do rozwiązywania istotnych problemów analizy danych i podejmowania decyzji w obszarze Internetu Wszystkiego. Pierwszym celem jest omówienie idei istotnych technik uczenia maszynowego oraz przedstawienie sposobów implementacji systemów analizy danych i podejmowania decyzji wykorzystujących te techniki przy użyciu ogólnych, powszechnie dostępnych środowisk programistycznych, w szczególności języka Python i platformy .NET. Drugim celem jest zaprezentowanie wybranych reprezentatywnych problemów analizy danych i podejmowania decyzji w obszarze Internetu Wszystkiego oraz przeanalizowanie sposobów doboru i wykorzystania technik uczenia maszynowego do ich rozwiązania.

Skrócony opis przedmiotu:

Omówione zostaną wybrane, podstawowe techniki analizy danych i uczenia maszynowego, w szczególności metody wnioskowania oparte na modelach Bayesowskich oraz na wykorzystaniu sztucznych sieci neuronowych, oraz reprezentatywne przykłady zastosowania uczenia maszynowego w obszarze teleinformatyki.

W ramach wykładu przedstawione zostanie pojęcie uczenia maszynowego, zostanie omówiony model procesu uczenia maszynowego i rodzaje metod uczenia maszynowego oraz zastosowania uczenia maszynowego w analizie danych i podejmowaniu decyzji. Przedstawione zostaną podstawy teoretyczne analizy danych oraz uczenia maszynowego, w szczególności wnioskowania opartego na modelach Bayesowskich; pokazane zostaną związki z metodami programowania matematycznego i teorii kolejek. Omówione zostaną wybrane środowiska analizy danych i uczenia maszynowego, w szczególności

środowiska języka Python i platformy .NET. Przedstawione zostaną języki i zasady programowania aplikacji oraz architektura aplikacji i systemów. Omówiona zostanie klasyfikacja problemów uczenia maszynowego oraz przedstawione zostaną wybrane zastosowania analizy danych i uczenia maszynowego w obszarze Internetu Wszystkiego: zarządzanie i sterowanie sieciami teleinformatycznymi, sterowanie systemami Internetu Rzeczy opartymi na sieciach sensorów i aktuatorów (w szczególności w zastosowaniach Smart Home, Smart City, Smart Vehicle), inteligentne usługi i aplikacje, m.in. wykorzystujące komunikację Human-Machine i Machine-Machine.

Laboratorium będzie służyło zaznajomieniu słuchaczy z wybranymi środowiskami analizy danych i uczenia maszynowego, w tym języka Python i platformy .NET, oraz nabyciu przez słuchaczy umiejętności wykorzystania tych środowisk do rozwiązywania praktycznych problemów. Rozwinięciem laboratorium będzie projekt, w ramach którego słuchacze będą realizować praktyczny system uczenia maszynowego rozwiązujący prosty problem z obszaru Internetu Wszystkiego. Zespoły projektowe będą implementować różne metody uczenia maszynowego do rozwiązania problemu i porównywać ich efektywność. Projekt będzie zorganizowany na zasadzie rywalizacji pomiędzy zespołami.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim:

The course discusses the selected, basic and most important, techniques of data analysis and machine learning, in particular inference methods based on probabilistic Bayesian models and on the usage of artificial neural networks, as well as representative applications of machine learning methods in the area of computer networks and services.

The lecture introduces the notion of machine learning, presents the model of the machine learning process and the types of machine learning methods, and discusses the application of machine learning in data analysis and decision making. The lecture presents the theoretical introduction to data analysis and machine learning, in particular, the introduction to Bayesian models and Bayesian inference; the relationship to mathematical programming and queuing theory is also shown. Then the selected environments of data analysis and machine learning are discussed, in particular, the environments of the Python language and the .NET platform, and the languages and principles of developing applications as well as the architecture of applications and systems are presented. Starting with a classification of machine learning problems, analysed are selected applications of data analysis and machine learning in the Internet of Everything: control and management of computer networks, control of IoT systems based on networks of sensor and actuator nodes (in particular, in Smart Home, Smart City, Smart Vehicle applications), intelligent services and applications, e.g., based on Human-Machine and Machine-Machine communication.

Laboratory is aimed at presenting selected data analysis and machine learning environments and demonstrating how to use these environments to solve practical decision making problems. The project assignments extend the laboratory part by providing an opportunity to develop a real machine learning system that solves a simple IoE-related problem. The project teams are supposed to implement different machine learning methods for solving the problem and compare their effectiveness. The project part is organised as a competition among the teams.

Treści kształcenia:

Przedmiot obejmuje pięć części wykładowych. Trzy z nich dotyczą konkretnych technik analizy danych i uczenia maszynowego i z każdą z tych części jest związane jedno ćwiczenie laboratoryjne. Ćwiczenia te mają za zadanie zapoznać studentów w praktyce z wybranymi technikami oraz z powszechnie dostępnymi środowiskami uczenia maszynowego języka Python i platformy .NET i sposobem implementacji technik i rozwoju systemów uczenia maszynowego w oparciu o te platformy. Rozwinięciem ćwiczeń laboratoryjnych jest projekt, który służy nabyciu umiejętności samodzielnej implementacji systemów analizy danych i podejmowania decyzji z wykorzystaniem technik i środowisk uczenia maszynowego poznanych w trakcie laboratorium narzędzi, w szczególności w odniesieniu do problemów z obszaru Internetu Wszystkiego.

WYKŁAD:

- Wprowadzenie do uczenia maszynowego (4 godz.)

Pojęcie uczenia maszynowego. Model systemu i procesu uczenia maszynowego; uczenie nadzorowane. Klasyfikacja problemów; problemy klasyfikacji, detekcji, rekomendacji, predykcji; przykłady problemów. Przykładowe zastosowania uczenia maszynowego w analizie danych i podejmowaniu decyzji w obszarze Internetu Wszystkiego.

- Wprowadzenie do analizy danych (6 godz.)

Pojęcie analizy danych. Analiza danych w środowisku języka Python; podstawy języka Python – przypomnienie; środowisko obliczeniowe jupyter notebook języka Python. Podstawy analizy danych; podstawowe problemy; wykorzystanie bibliotek Python numpy i pandas. Podstawy wizualizacji danych; wykorzystanie bibliotek Python matplotlib i seaborn. Analiza danych a uczenie maszynowe. Dopasowywanie modelu danych; pojęcie regresji; regresja liniowa, regresja logistyczna; zastosowania. Uczenie maszynowe w środowisku języka Python; wykorzystanie biblioteki Python scikit-learn.

- Techniki uczenia maszynowego (6 godz.)

Rodzaje technik i algorytmów uczenia maszynowego. Technika drzew decyzyjnych. Technika sztucznych sieci neuronowych. Rola modelu pojęciowego problemu uczenia maszynowego. Modele deterministyczne; technika metod programowania matematycznego; problemy programowania całkowitoliczbowego liniowego i kwadratowego. Modele probabilistyczne. Typy uczenia maszynowego; uczenie nadzorowane, uczenie nie- nadzorowane, uczenie ze wzmocnieniem. Uczenie maszynowe w środowisku platformy .NET; modele, biblioteki, aplikacje.

- Uczenie maszynowe oparte na modelach probabilistycznych (10 godz.)

Podstawowe pojęcia rachunku prawdopodobieństwa – przypomnienie; zmienne losowe i ich rozkłady; rozkłady warunkowe; rozkłady łączne i rozkłady brzegowe. Twierdzenie Bayesa – przypomnienie; modelowanie i wnioskowanie Bayesowskie. Podstawy definiowania, programowania i uczenia modelu. Uczenie maszynowe oparte na modelach probabilistycznych w środowisku platformy .NET; modele, biblioteki; aplikacje - architektura i programowanie. Model probabilistyczny problemu uczenia maszynowego; zmienne losowe problemu, rozkłady prawdopodobieństwa zmiennych, kolekcje zmiennych; funkcje (factors) i ich rodzaje. Reprezentacja graficzna modelu problemu; graf modelu (factor graph); typy symboli; mechanizmy zwartej reprezentacji grafu / modelu. Uczenie modelu; zmienne wejściowe i wyjściowe; obserwacje; pierwotne i wtórne rozkłady zmiennych losowych; proces wnioskowania; przybliżone algorytmy wnioskowania. Testowanie modelu; proces iteracyjnej rozbudowy i strojenia modelu.

- Uczenie maszynowe w obszarze Internetu Wszystkiego (4 godz.)

Przegląd problemów analizy danych i podejmowania decyzji w obszarze Internetu Wszystkiego. Analiza możliwości wykorzystania omówionych technik uczenia maszynowego w odniesieniu do wybranych problemów.

LABORATORIUM

W trakcie laboratorium studenci zaznajomią się z wybranymi środowiskami i technikami analizy danych i uczenia maszynowego oraz zdobędą umiejętności wykorzystania tych środowisk do implementacji systemów analizy danych i podejmowania decyzji.

1. Podstawy analizy danych w środowisku języka Pythonie.

Ćwiczenie polega na stworzeniu przekonujących wizualizacji otrzymanych danych. W ćwiczeniu główny nacisk jest położony na weryfikację poprawności danych; przykładowo, w danych na temat połączeń w sieci zostaną umieszczone dane o połączeniach nieudanych zawierające zerowy czas trwania połączenia, a zadaniem studentów będzie wyznaczenie średniego czasu połączenia.

2. Podstawowe techniki uczenia maszynowego.

Ćwiczenie polega na uzupełnieniu, nauczaniu i przebadaniu dwóch implementowanych w środowisku języka Python modeli uczenia maszynowego, służących do odpowiadania na konkretne pytania; przykładowo, modelu opartego na technice regresji liniowej i modelu opartego na technice drzew decyzyjnych. Ćwiczenie ma na celu pokazanie zalet i wad dwóch technik.

3. Uczenie maszynowe oparte na modelach probabilistycznych.

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TiC, przedmiot obieralny, nowy – ADUM

Ćwiczenie polega na nauczaniu, ewentualnym dostrojeniu modelu i przebadaniu implementacji prostego systemu uczenia maszynowego wykorzystującego technikę uczenia maszynowego opartą na modelach probabilistycznych, realizowanego (na przykład) w środowisku .NET.ML.

PROJEKT:

W ramach projektu studenci będą realizować praktyczny system uczenia maszynowego, rozwiązujący niezbyt złożony problem podejmowania decyzji w obszarze Internetu Wszystkiego; przykładowo, problem będzie polegał na jak najbardziej efektywnym sterowaniu pewną funkcjonalnością sieci sensorowej. W pierwszej części projektu studenci będą realizowali inteligentny system decyzyjny opracowując heurystyczny algorytm podejmowania decyzji; jednocześnie będą się zapoznawać z istotą problemu, w szczególności analizując dostępne dane. W drugiej części projektu zrealizują system decyzyjny wykorzystując jedną ze wskazanych technik uczenia maszynowego. Projekt będzie zorganizowany na zasadzie rywalizacji pomiędzy zespołami studenckimi; porównywana będzie jakość / efektywność decyzji podejmowanych przez systemy zrealizowane przez każdy zespół w pierwszej i drugiej części projektu.

Egzamin: tak

Wymiar godzinowy zajęć: 60

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
Wykład	– 30
Zajęcia projektowe	– 15
Laboratoria	– 15

Organizacja zajęć:

Wykłady są ujęte w wyraźną strukturę blokową. Odbywają się przez 2 /3 semestru. Każdemu z trzech głównych bloków wykładowych towarzyszy ćwiczenie laboratoryjne. Projekt jest realizowany w małych grupach (zasadniczo – dwuosobowych) i składa się z dwóch części. Pierwsza część, poświęcono implementacji systemu podejmowania decyzji opartego na metodach heurystycznych, jest realizowana w pierwszej części semestru i rozpoczyna się bezpośrednio po zakończeniu pierwszego bloku wykładowego. Druga część, poświęcona implementacji systemu wykorzystującego techniki uczenia maszynowego, jest realizowana w drugiej części semestru, rozpoczynając się bezpośrednio po zakończeniu ostatniego ćwiczenia laboratoryjnego. Ćwiczenia laboratoryjne wykorzystują infrastrukturę ZSUT IT PW.

Sprawdzenie osiągnięcia założonych efektów uczenia się odbywa się w sposób następujący:

- Egzamin, na koniec semestru, sprawdza: wiedzę w zakresie pojęć uczenia maszynowego; wiedzę w zakresie technik analizy danych i uczenia maszynowego; wiedzę w zakresie problemów analizy danych i podejmowania decyzji w obszarze Internetu Wszystkiego i sposobów ich rozwiązania przy użyciu technik uczenia maszynowego; wiedzę na temat środowisk implementacji systemów uczenia maszynowego.
- Podczas odbywanych w laboratoriach ćwiczeń laboratoryjnych oraz podczas wykonywanych w małych grupach projektów podlegają sprawdzeniu wiedza i umiejętności dotyczące praktycznego zastosowania metod i narzędzi do implementacji systemów analizy danych i podejmowania decyzji opartych na technikach uczenia maszynowego. Formy weryfikacji stosowane w ramach zajęć laboratoryjnych to: krótki sprawdzian wstępny, obserwacja podczas interaktywnego prowadzenia zajęć, sprawozdanie z ćwiczenia. Weryfikacja efektów związana z projektem dokonywana jest na podstawie sprawozdania zespołu oraz dyskusji podczas prezentacji wyników.

Ocenianie w skali punktowej, laboratorium: 20% punktów, projekt: 40% punktów, egzamin: 40% punktów. Ocena końcowa na podstawie łącznej punktacji, w skali standardowej.

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

- liczba godzin kontaktowych – 52 godz., w tym:
 - obecność na wykładach: 30 godz.
 - obecność na laboratorium: 3x4 godz. = 12 godz.
 - obecność na zajęciach projektowych: 4 godz.
 - obecność na egzaminie: 2 godz.
 - konsultacje: 4 godz.
- praca własna studenta – 52 godz., w tym:
 - przygotowanie do wykładów (przejrzenie notatek, zapoznanie się z literaturą): 10 godz.
 - przygotowanie do laboratorium: 3x1 godz. = 3 godz.
 - przygotowanie projektu: 36 godz.
 - przygotowanie do egzaminu: 3 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 104 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2.00 pkt. ECTS, co odpowiada 52 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2.12 pkt. ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń laboratoryjnych i przygotowania do nich + 40 godz. przygotowania projektu.

Wymagania wstępne:

Przedmiot zakłada jedynie wiedzę i umiejętności z zakresu obowiązkowych przedmiotów podstawowych, w szczególności dobrą umiejętność programowania i korzystania z narzędzi programistycznych.

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	Forma zajęć/ technika kształcenia	Sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	zna pojęcia Internetu Wszystkiego, analizy danych oraz uczenia maszynowego oraz potrafi sklasyfikować i scharakteryzować metody analizy danych oraz uczenia maszynowego	wykład z dyskusją	egzamin	W03, W09
w02	zna podstawowe metody i narzędzia do budowania i wdrażania oprogramowania bazującego na uczeniu maszynowym oraz potrafi określić obszary i zakres stosowalności tych metod i narzędzi	wykład z dyskusją, projekt, laboratorium	egzamin, zal. projektu, zal. laboratorium	W03, W04, W10, W12, W14
w03	zna podstawowe metody i narzędzia do analizy danych, oraz potrafi określić obszary i zakres ich stosowalności	wykład, laboratorium	egzamin, zal. laboratorium	W03, W04, W10, W12, W14

w04	zna podstawowe metody i narzędzia do implementacji metod heurystycznych oraz potrafi określić obszary i zakres ich stosowalności	wykład, projekt	egzamin, zal. projektu	W03, W04, W10, W12, W14
w05	zna podstawowe metody i narzędzia do implementacji metod programowania całkowitoliczbowego i kwadratowego oraz potrafi określić obszary i zakres ich stosowalności	wykład, projekt	egzamin, zal. projektu	W03, W04, W10, W12, W14
w06	zna podstawowe metody i narzędzia do implementacji metod uczenia maszynowego opartych na modelach probabilistycznych oraz potrafi określić obszary i zakres ich stosowalności	wykład, laboratorium	egzamin, zal. laboratorium	W03, W04, W10, W12, W14
UMIEJĘTNOŚCI				
u01	umie dobrać i zastosować właściwe środki (metody, narzędzia) do wstępnej analizy danych zwracając uwagę na ich spójność i poprawność	wykład, laboratorium	egzamin, zal. laboratorium	U01, U10, U12
u02	umie dobrać i zastosować właściwe środki (metody, narzędzia) do implementacji różnych modeli uczenia maszynowego	wykład, laboratorium, projekt	egzamin, zal. laboratorium, zal. projektu	U01, U10, U12
u03	umie dobrać i zastosować właściwe środki (metody, narzędzia) do projektowania i implementacji algorytmów heurystycznych podejmujących nieskomplikowane decyzje	wykład, projekt	egzamin, zal. projektu	U01, U10, U12
u04	umie przygotować i przedstawić prezentację dotyczącą otrzymanych danych oraz zaprezentować dane korzystając z odpowiednich narzędzi	wykład, laboratorium	zal. laboratorium	U01, U11, U12, U13
u05	potrafi realizować w zespole projekt związany z opracowaniem i implementacją modeli uczenia maszynowego	wykład, laboratorium, projekt	zal. projektu	U01, U03, U06, U14
u06	umie przygotować i przedstawić prezentację dotyczącą uzyskanych wyników projektu dotyczącego metod heurystycznych oraz metod uczenia maszynowego z wykorzystaniem informacji pozyskanej z literatury (zwłaszcza anglojęzycznej)	<i>projekt</i>	<i>zal. projektu</i>	U01, U11, U12, U13
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k01	potrafi oceniać i wykorzystywać zdobytą wiedzę dotyczącą Internetu Wszystkiego, metod analizy danych i uczenia maszynowego i wykorzystywać ją efektywnie i odpowiedzialnie w komunikacji i działaniu	<i>wykład, projekt, laboratorium, konsultacje</i>	<i>zal. projektu</i>	K01, K03

PLATFORMY DLA REALIZACJI SIECI I USŁUG INTERNETU

Platforms for implementation of networks and Internet services

Poziom kształcenia:	<i>studia drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Telekomunikacja</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Telekomunikacji</i>
Koordynator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obieralny</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	
Minimalny numer semestru:	
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	<i>SWUS</i>
Dyskonta	
Limit liczby studentów:	

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Modyfikacja specjalności Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo.

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z otwartymi platformami programistycznymi na bazie których dostawcy sieci, usług i urządzeń Internetu tworzą własne rozwiązania dla zwirtualizowanych sieci programowalnych nowej generacji, tj. 5G, 6G.

Skrócony opis przedmiotu:

Sieć Internet jest rozwijana w kierunku sieci 5G, rozumianej, jako sieć świadcząca usługi/meta- usługi od końca do końca z gwarancją QoS (ang. Quality of Service), a także sieci 6G, która stanowi przedmiot obecnych badań. Rozwój sieci Internet odbywa się w dużej mierze poprzez tworzenie otwartych platform technologicznych. W proces ten są zaangażowani, m.in. główni producenci urządzeń i systemów, a także operatorzy sieci telekomunikacyjnych, oraz wiodące ośrodki badawcze na Świecie. Platformy te są wykorzystywane dla realizacji rozwiązań komercyjnych, zarówno do budowy urządzeń, systemów sieciowych, jak i do tworzenia rozwiązań dla centrów danych. Zaawansowane otwarte platformy programistyczne posłużą studentom do praktycznej i samodzielnej realizacji od podstaw węzłów, sieci i usług Internetu, przy wykorzystaniu technik sieciowych (wirtualizacja, programowalność) proponowanych w ramach zaawansowanych architektur sieci nowej generacji przez ciała standaryzacyjne tj. ITU- T, ETSI, 3GPP.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim:

The Internet is being developed towards a 5G network, as well as a 6G network, which is the subject of current research. The development of the Internet is largely through the creation of open technology platforms. The main vendors, telecommunications network operators, as well as leading research centers in the world are involved in the process of developing these platforms. Advanced open source platforms will involve students to implementation of nodes, networks and Internet services from scratch, using network technologies (virtualization, programmability) proposed within the framework of advanced next-generation network architectures by standardization bodies, i.e. ITU-T, ETSI, 3GPP. These platforms are used to implement commercial solutions, both for the development of network devices and systems, and for implementing solutions for data centers.

Treści kształcenia:

Otwarte platformy programistyczne, które będą stanowić bazę dla realizacji przedmiotu, to: OVS (ang. Open vSwitch), OpenStack, Kubernetes, ONOS (ang. Open Source Network Operating System), platforma języka programowania P4. Platformy te mogą być rozbudowywane przez społeczność, co daje szansę na włączenie się w ten proces również przez studentów, np. na etapie realizacji prac magisterskich. Zakres platform będzie sukcesywnie aktualizowany wraz z postępem rozwiązań na Świecie.

Warsztaty – zajęcia zintegrowane:

Warsztaty (W) mają na celu zdobycie wiedzy i praktycznych umiejętności w zastosowaniu otwartych programowalnych platform technologicznych. Uruchomienie i zastosowanie ww. platform wymaga specjalistycznej wiedzy związanej z urządzeniami i systemami telekomunikacyjnymi, jak również umiejętności programistycznych. Dlatego też, aby pokonać pewną barierę do zastosowań tych platform, w ramach przedmiotu zostaną przeprowadzone specjalistyczne warsztaty, które obejmują następujące przykładowe zagadnienia:

- W1: Architektura i działanie wirtualnego switcha na przykładzie projektu Open vSwitch;
- W2: Środowiska wirtualizacji (KVM) / konteneryzacji (Docker);
- W3-W4: Architektura wirtualnego centrum danych na przykładzie OpenStack;
- W5-W6: Programowanie płaszczyzny przekazu danych urządzeń sieciowych z wykorzystaniem języka P4;
- W7: Programowanie płaszczyzny sterowania w środowisku ONOS (Open Source Network Operating System), realizacja metod niezawodności sieci;
- W8: Platforma Kubernetes.

Warsztaty będą realizowane poprzez

- instalację od podstaw własnego środowiska testowego w sieci PL-LAB;
- instalację platform technologicznych i uruchomienie przykładowych wbudowanych aplikacji sieciowych lub usługowych, wykonywanie przykładowych ćwiczeń programistycznych.

Projekt:

Projekt będzie polegał na oprogramowaniu i zbadaniu rozwiązań na zaawansowanych platformach technologicznych i będzie się składał z dwóch części:

- część I: zdefiniowanie wymagań, zaprojektowanie i implementacja własnego rozwiązania i przeprowadzenie badań funkcjonalnych i wydajnościowych;
- część II: opracowanie raportu technicznego z realizacji projektu, demonstracja rozwiązania i prezentacja wyników badań w języku polskim i w języku angielskim.

Przykładowe tematy projektów:

- 1) Projektowanie i implementacja routera/sieci IP za pomocą języka P4.
- 2) Projektowanie i implementacja routera/sieci IP/MPLS za pomocą języka P4.

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TiC, przedmiot obieralny, nowy – PRIN

- 3) Konfiguracja i testowanie sieci opartej o switch Open vSwitch. Automatyzacja konfiguracji za pomocą Ansible.
- 4) Testowanie wydajności różnych konfiguracji Open vSwitch (np. z DPDK, z AF_XDP, itp.)
- 5) Projektowanie i implementacja własnego środowiska wirtualizacji lub konteneryzacji w dowolnym języku.
- 6) Porównanie wydajności różnych platform wirtualizacyjnych lub konteneryzacyjnych (KVM, Docker, Rkt, itp.) za pomocą opracowanego własnego środowiska i systemu testowego.
- 7) Uruchomienie dowolnej implementacji wirtualnej funkcji sieciowej (np. Clearwater IMS, Strongswan IPSec Gateway) na platformie OpenStack.
- 8) Uruchomienie dowolnej implementacji wirtualnej funkcji sieciowej (np. Clearwater IMS, Strongswan IPSec Gateway) na platformie Kubernetes.
- 9) Rozwój nowych funkcjonalności do projektów typu open-source (np. ONOS, OpenStack, Open vSwitch, P4).

Egzamin: NIE

Wymiar godzinowy zajęć: 60

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
<i>Zajęcia Projektowe</i>	- 30
<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane</i>	- 30

Organizacja zajęć:

Przedmiot ma charakter project-based learning, czyli studenci będą się zapoznawać z platformami poprzez realizację warsztatów w środowisku laboratoryjnym i praktycznych zadań projektowych w eksperymentalnej sieci PL-LAB. Ta forma zajęć pozwoli również na zdobycie umiejętności miękkich, takich jak praca w zespole, stosowanie zwinnych technik projektowych, opracowywania raportów technicznych. Przedmiot będzie prowadzony przez osoby (w tym doktorantów wdrożeniowych) z doświadczeniem w wykorzystaniu omawianych platform oraz w realizacji projektów w zespołach krajowych, międzynarodowych oraz w projektach wdrożeniowych. Projekt będzie można realizować w laboratorium PL-LAB oraz zdalnie w sieci eksperymentalnej PL-LAB.

Warsztaty będą się odbywać raz w tygodniu, w blokach 4 godzinnych, zgrupowanych w pierwszej części semestru. Warsztaty będą realizowane w grupach 8-10 osobowych. Będą się składały z wprowadzenia, omówienia zadania, następnie na podstawie przygotowanych instrukcji i wskazówek prowadzącego wykonanie zadania.

Realizacja projektu rozpocznie się po przeprowadzeniu warsztatów. Zajęcia projektowe będą się odbywać raz w tygodniu w blokach składających się z 2 godz. zajęć i dwóch godzin konsultacji w otwartym laboratorium. Projekt będzie realizowany w zespołach 4-5 osobowych.

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 67 godz., w tym obecność na warsztatach 30 godz., obecność na zajęciach projektowych 15 godz.,*

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TiC, przedmiot obieralny, nowy – PRIN

obecność na konsultacjach w otwartym laboratorium 15 godz.

obecność na kolokwium ustnym 2 godz.

obecność na prezentacji wyników projektów 5 godz.

2. *praca własna studenta – 67 godz., w tym*
przygotowanie do warsztatów i kolokwium ustnych 22 godz.,
przygotowanie do zajęć projektowych 30 godz., opracowanie i
analiza wyników projektów 10 godz. przygotowanie do
prezentacji wyników i ich dyskusji 5 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 134 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,5 pkt. ECTS, co odpowiada 67 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,23 pkt. ECTS, co odpowiada 30 godz. warsztatów plus 15 godz. zajęć projektowych plus 15 godz. udziału w konsultacjach w otwartym laboratorium projektowym.

Wymagania wstępne:

SWUS (Sieci wielousługowe)

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) †	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	Zna architekturę i działanie wirtualnego switcha na przykładzie projektu Open vSwitch;	Warsztaty – zajęcia zintegrowane	Kolokwium ustne	W03 W09
w02	Zna środowisko wirtualizacji (KVM) / konteneryzacji (Docker);			W14, W04
w03	Zna architekturę wirtualnego centrum danych na przykładzie OpenStack;			W14, W04
w04	Zna zasady programowania płaszczyzny przekazu danych urządzeń sieciowych z wykorzystaniem języka P4			W03 W09
w05	Zna architekturę i moduły platformy ONOS oraz usługi, które może realizować za pomocą platformy			W12 W08
w06	Zna architekturę i moduły platformy Kubernetes oraz usługi, które może realizować za pomocą platformy			W12 W08

UMIEJĘTNOŚCI				
u01	Potrafi zaprojektować i zaimplementować w oparciu o wybraną zaawansowaną platformę technologiczną własne rozwiązanie dla sieci Internet (np. węzeł, sieć, system sterowania, usługę)	Zajęcia projektowe	Demonstrator Raport techniczny i prezentacja wyników	U01 U04 U07
u02	Potrafi zaplanować i wykonać badania opracowanego rozwiązania			U04
u03	Potrafi przeanalizować uzyskane wyniki badań			U10
u04	Potrafi opracować dokumentację dotyczącą realizacji projektu, przygotować raport zawierający m.in. omówienie uzyskanych wyników oraz przedstawić prezentację i uczestniczyć w dyskusji na ten temat			U11
u05	Potrafi pracować indywidualnie i w zespole, pełniąc w nim także wiodącą rolę, w tym rolę kierownika			U14
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k01	Jest gotów do dokonywania krytycznej oceny własnej wiedzy oraz informacji pochodzących z różnych źródeł	Zajęcia projektowe	Obserwacja, ocena aktywności podczas zajęć	K03
k02	Potrafi powoływać się na zdobytą wiedzę oraz autorytety ekspertów w rozmowach i dyskusjach dotyczących zagadnień z obszaru telekomunikacji			K01
k03	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy z uwzględnieniem interesu społecznego			K01

PROGRAMOWANIE .NET

.NET programming

Poziom kształcenia:	<i>studia drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Telekomunikacja</i>
Profil studiów:	<i>Ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Telekomunikacji</i>
Koordynator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>Zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>Obieralny</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>Polski</i>
Semestr nominalny:	
Minimalny numer semestru:	<i>2</i>
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	<i>Umiejętność programowania, w tym znajomość przynajmniej jednego języka programowania obiektowego, podstawy tworzenia</i>
Dyskonta	
Limit liczby studentów:	

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Modyfikacja specjalności Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo

Cel przedmiotu:

Platforma programowania .NET ma obecnie kluczowe znaczenie dla tworzenia oprogramowania, będąc jedną z najczęściej wybieranych. Celem przedmiotu jest zapoznanie słuchaczy z zaawansowanymi zagadnieniami programowania .NET, w szczególności w obszarze rozwiązań i aplikacji webowych.

Skrócony opis przedmiotu:

Przedmiot przeznaczony dla osób zainteresowanych tworzeniem oprogramowania, które chcą pogłębić swoją wiedzę oraz poznać platformę programowania .NET. Wprowadza w zagadnienia tworzenia różnego rodzaju rozwiązań i aplikacji przy jej użyciu. Duży nacisk został położony na obszar rozwiązań webowych (Web API, ASP.NET MVC, ASP .NET CORE,) w powiązaniu z nowymi technologiami gromadzenia i przetwarzania danych. Szeroko poruszane są również kwestie wydajności i bezpieczeństwa tworzonych rozwiązań, tworzenie oprogramowania w chmurze, oraz możliwości i ograniczenia wykorzystywania elementów gotowych w postaci m.in. bibliotek we własnych projektach. Przedmiot realizowany jest jako połączenie wysoce interaktywnych wykładów wzbogaconych dużą ilością pokazów tworzenia fragmentów oprogramowania na żywo obrazujących prezentowane treści, oraz projektu. W ramach tego ostatniego studenci przy wsparciu opiekunów projektu

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TiC, przedmiot obieralny, nowy – PRONET

przygotowują rozwiązanie istotnie złożonego systemu mającego charakter platformy z wykorzystaniem możliwości oferowanych przez środowisko .NET. Projekty realizowane są w kilkusobowych zespołach.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim:

The course is intended for people interested in software development, and who want to deepen their knowledge and get to know the .NET programming platform. Introduces among others into developing various types of solutions and applications based on it using. Particular emphasis was placed on creating advanced web solutions (Web API, ASP.NET MVC, ASP .NET CORE) in connection with new technologies of collecting and processing data, including creating solutions in the cloud, as well as performance issues and security. The course is carried out in the form of highly interactive lectures, during which a lot of emphasis is put on the presentation of real solutions as part of coding demonstrations and live software development (workshops). Project is an integral part of the subject. As part of it, students, with the support of the subject tutors, prepare a complex system project based on the .NET programming platform. The projects are implemented in several people teams.

Treści kształcenia:

Przedmiot przeznaczony dla osób potrafiących programować, które chcą pogłębić wiedzę w obszarze tworzenia oprogramowania z wykorzystaniem platformy .NET Framework oraz m.in. języka programowania C#, w szczególności w odniesieniu do rozwiązań webowych.

Zakres prezentowanych treści w ramach przedmiotu:

Platforma programowania .NET - jej możliwości i znaczenie. Inżynieria oprogramowania – tworzenie złożonych projektów informatycznych (wzorce, szablony, narzędzia i podejścia projektowe, cykl życia oprogramowania, metodologia tworzenia oprogramowania w dużych zespołach). Język C# i jego najnowsze rozszerzenia funkcjonalne. Tworzenie oprogramowania web i serwisów internetowych, w tym jak stworzyć rozwiązanie w chmurze – architektura wielowarstwowa, chmura Azure i jej możliwości. Różnorodne źródła danych i ich integracja z warstwą aplikacji – możliwe rozwiązania i przykłady. Warstwa aplikacji ze szczególnym uwzględnieniem serwera IIS. Technologia ASP.NET Core oraz wzorzec programowania MVC. Logiczna i fizyczna struktura projektu aplikacji w modelu MVC. Akcje i metody kontrolera, URL routing, MVC Scaffolding (generowanie kontrolerów i widoków). Cache (cachowanie po stronie serwera – Server Side Caching; cachowanie po stronie klienta – Client Side Caching). Obsługa, śledzenie i logowanie wyjątków w MVC. Identyfikacja, uwierzytelnianie i autoryzacja w MVC. Optymalizacja i wydajność (Visual Studio Performance Profiler, testy). MVC Pipeline – ścieżka wywołania, uchwyt i moduły. Technologie uzupełniające. Możliwości i ograniczenia wykorzystywania rozwiązań gotowych we własnych projektach. Systemy rozproszone. Tworzenie warstw integrujących – webservices. Testy i ocena oprogramowania na wielu płaszczyznach – możliwe scenariusze.

Egzamin: NIE

Wymiar godzinowy zajęć:45

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
<i>Wykład</i>	- 20
<i>Zajęcia Projektowe</i>	- 25

Organizacja zajęć:

Należy opisać zwłaszcza organizację zajęć aktywizujących studentów – laboratoriów, zajęć projektowych, warsztatów, zajęć zintegrowanych, podając w szczególności liczbę terminów zajęć w semestrze, czas trwania zajęć, liczebność zespołów na zajęciach projektowych/laboratoryjnych itp.

Realizacja przedmiotu obejmuje następujące formy zajęć:

- wykład (20 godz.),
- oraz projekt (25 godz.),

o łącznym wymiarze 3 godz. tygodniowo.

Zajęcia wykładowe mają formę interaktywnych warsztatów. Oznacza to, że oprócz samej prezentacji treści szczególny nacisk jest kładziony na prezentację tworzenia fragmentów rozwiązań na żywo, dla realnych scenariuszy użycia. W zajęciach tych aktywnie uczestniczą studenci wykonując szereg zadań pomocniczych sformułowanych zarówno w formie załącznika, jak też proponowanych przez prowadzącego/ prowadzących na bieżąco w ramach zajęć. Nabywana w ten sposób wiedza, jak też umiejętności stanowią bazę dla realizacji dużego projektu, który jest realizowany w ramach zajęć projektowych. W jego ramach wzmacniane są umiejętności w zakresie zarówno projektowania, jak też implementacji złożonego architektonicznie rozwiązania tworzonego na bazie platformy programowania .NET. Projekt realizowany jest w kilkuosobowych zespołach, co jest typowe przy tworzeniu rzeczywistych rozwiązań dla tej klasy problemów. Jednym z elementów projektu jest też jego ocena krzyżowa dokonywana przez członków innych zespołów w ramach paneli ewaluacji przeprowadzanych w ramach końcowych zajęć projektowych.

Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest zarówno w oparciu o sprawdzian wiedzy teoretycznej przeprowadzany na zakończenie zajęć wykładowych, jak też ocenę realizacji małych zadań i dyskusje w odniesieniu do części wykładowej, jak też ocenę dużego projektu.

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 54 godz., w tym
obecność na wykładach 20 godz.,
obecność na zajęciach projektowych 25 godz.,
obecność na kolokwium 1 godz.
konsultacje 8 godz.*
2. *praca własna studenta – 52 godz., w tym
realizacja projektu 44 godz.,
przygotowanie do kolokwium 8 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 106 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

UWAGA: 1 punkt ECTS odpowiada w tym przypadku 26.5 godz. pracy studenta, a więc mieści się w dozwolonym przedziale. Oczywiście liczba godzin 108 mieści się również w przedziale dozwolonym dla 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:
2,04 pkt. ECTS, co odpowiada 54 godz. kontaktowym.

UWAGA: można to obliczyć na dwa oczywiście równoważne sposoby – albo $54:26.5$ - albo $(54:106) \times 4$.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: *2.6 ECTS, co odpowiada 25 godz. obowiązkowych zajęć projektowych plus 44 godz. pracy własnej nad projektem*

UWAGA: sposób obliczenia jak wyżej – $69:26.5$ lub $(69:106) \times 4$.

Wymagania wstępne:

Wymaganiem jest aby student posiadał wiedzę i umiejętności programowania w zakresie co najmniej jednego języka programowania zorientowanego obiektowo (rekomendowane języki C – podobne).

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ²¹	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
	student, który zaliczył przedmiot:			
w01	Zna i rozumie możliwości platformy programowania .NET	Wykład, projekt	Test zaliczeniowy,	W03,
w02	Ma pogłębioną wiedzę z zakresu metodologii realizacji złożonych projektów informatycznych na bazie platformy .NET	Wykład, projekt	Test zaliczeniowy, Sprawozdanie	W03,W09, W08,W10, W12,W13
w04	Ma pogłębioną wiedzę teoretyczną w zakresie wytwarzania zaawansowanych aplikacji internetowych w oparciu o ASP.NET MVC Core	Wykład, projekt	Test zaliczeniowy, sprawozdania, Dyskusja, Prezentacja	W03, W05, W12, W08
w05	Ma pogłębioną wiedzę teoretyczną w obszarze tworzenia wydajnego i bezpiecznego oprogramowania na bazie platformy .NET	Wykład, projekt	Sprawozdanie, Prezentacja, Ocena przygotowanego rozwiązania	W03, W05
w06	Zna cykl życia oprogramowania i wiążące się z tym implikacje i wymagania	Wykład, projekt	Test zaliczeniowy, Sprawozdanie, Dyskusja	W03, W09,W18
w07	Zna możliwości i ograniczenia wykorzystywania gotowych rozwiązań i elementów m.in. w postaci bibliotek we własnych projektach	Wykład, projekt	Sprawozdanie, Dyskusja	W03, W16
UMIEJĘTNOŚCI				
u01	Umie korzystać z Visual Studio oraz jego rozszerzenia, jak też tworzyć aplikacje w języku C#.	Projekt	Projekt, Sprawozdanie	U02
u02	Potrafi zrealizować projekt złożonej aplikacji w oparciu o platformę programowania .NET przy zachowaniu wskazanego szablonu i metodologii projektu	Projekt	Projekt, Sprawozdanie, Prezentacja	U07,U12, U14
u03	Potrafi wykorzystać zdobytą wiedzę w celu poprawy jakości tworzonego oprogramowania	Projekt	Projekt, Sprawozdanie, Prezentacja	U09
u04	Potrafi przygotować dokumentację projektu spełniającą zakładany poziom wymagań oraz szczegółowości	Projekt	Sprawozdanie	U11
u05	Potrafi korzystać w sposób właściwy z literatury i źródeł fachowej wiedzy, w	Wykład,	Projekt, Sprawozdanie,	U01, U13

²¹ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

	szczegółności ze źródeł angielskojęzycznych	projekt	Prezentacja	
u06	Potrafi się komunikować w sposób zrozumiały i właściwy z pozostałymi osobami zaangażowanymi w realizację wspólnego projektu, jak też bliskim otoczeniem	Wykład, Projekt	Projekt	U12, U14
u07	Potrafi przygotować prezentację oraz zaprezentować wyniki swoich działań szerszemu gronu odbiorców	Projekt	Prezentacja	U11
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k01	Potrafi dokonywać krytycznej oceny wiedzy pochodzącej z różnych źródeł	Projekt	Dyskusja, Prezentacja, Sprawozdanie	K03
k02	Jest świadom wiążącej się z jego kwalifikacjami zawodowymi roli społecznej oraz obowiązku rozwijania dorobku zawodu, podtrzymywania etosu zawodowego oraz przestrzegania zasad etyki i zawodowej.	Wykład, Projekt	Dyskusja, Prezentacja,	K02
k03	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy z uwzględnieniem interesu społecznego, jak też rozpowszechniać wiedzę w sposób zrozumiały dla społeczeństwa	Wykład, Projekt	Dyskusja, Prezentacja, Sprawozdanie	K01

SYSTEMY I SIECI CZUJNIKOWE

Sensor network systems

Poziom kształcenia:	<i>drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Telekomunikacja</i>
Profil studiów:	<i>Ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Telekomunikacji</i>
Koordynator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obieralny</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	-
Minimalny numer semestru:	2
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	<i>Znajomość podstaw telekomunikacji i programowania</i>
Dyskonta	-
Limit liczby studentów:	

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Modyfikacja specjalności Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z problematyką związaną z działaniem systemów i sieci czujnikowych wykorzystujących urządzenia techniczne do monitorowania, magazynowania i przetwarzania informacji pomiarowych.

Skrócony opis przedmiotu:

Przedmiot wprowadza studentów w zagadnienia związane z budową i działaniem nowoczesnych systemów i sieci czujnikowych. W trakcie zajęć omówione zostaną różne rozwiązania sieci czujnikowych, ich przeznaczenie, stosowane technologie przewodowe i bezprzewodowe. W ramach przedmiotu studenci mają możliwość w praktyce zapoznać się z oprogramowaniem sieciowym, tworzeniem i projektowaniem interfejsów oraz działaniem w pełni funkcjonalnych sieci czujnikowych.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim:

The course introduces students to issues related to the construction and operation of modern sensor systems and networks. During the course various sensor network solutions, their purpose, wired and wireless technologies will be discussed. As part of the course, students have the opportunity to become familiar in practice with network software, interface creation and design, and the operation of fully functional sensor networks.

Treści kształcenia:

Zajęcia składają się z części wykładowej, laboratoryjnej i projektowej. W części wykładowej przedstawione zostaną kierunki rozwoju sieci czujnikowych, zagadnienia techniczne związane z funkcjonowaniem istniejących sieci czujnikowych, algorytmy stosowane do samoorganizacji sieci czujnikowych, metody niezawodnościowe w sieciach WSN, płaskie i hierarchiczne protokoły trasowania, przykłady rozwiązań. Założeniem przedmiotu jest samokształcenie studentów na podstawie materiałów dostarczonych przez prowadzącego oraz eksploracji sieci Internet w poszukiwaniu nowych informacji i rozwiązań pojawiających się na rynku. Zajęcia laboratoryjne będą odbywać się w pierwszej części semestru. W części projektowej studenci otrzymają dostęp do sieci czujnikowej PW. Zadaniem będzie odpowiednie zaprojektowanie wybranego zakresu sieci, integracja określonych czujników z systemem pomiarowych, napisanie oprogramowania do przetwarzania i wizualizacji informacji pomiarowych.

Treść zajęć laboratoryjnych:

Zajęcia laboratoryjne odbywać się będą w zespołach dwuosobowych w oparciu o istniejące zestawy wyposażone w mikrokontrolery, moduły radiowe WiFi i LoRaWAN.

Zakres laboratoriów:

- I. Badanie czujników,
- II. Badanie protokołów komunikacyjnych,
- III. Testowanie przewodowych sieci czujnikowych,
- IV. Testowanie bezprzewodowych sieci czujnikowych,
- V. Platformy do zarządzania sieciami pomiarowymi.

Egzamin: *nie*

Wymiar godzinowy zajęć: 60

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
<i>Wykład</i>	- 30
<i>Zajęcia Projektowe</i>	- 15
<i>Laboratoria</i>	- 15

Organizacja zajęć:

Zajęcia składają się z wykładu, części laboratoryjnej oraz części projektowej. Wykład odbywa się co tydzień w 2 godzinnym bloku. Zajęcia laboratoryjne odbywają się co dwa tygodnie, w pięciu 3 godzinnych blokach. Na zajęciach laboratoryjnych studenci pracują w 2 osobowych zespołach. Zajęcia projektowe rozpoczynają się w drugim tygodniu semestru i trwają do ostatniego tygodnia zajęć. Każdy z projektów jest realizowany w grupach składających się z 3-5 osób. Spotkania projektowe odbywają się w godzinach projektowych wyznaczonych na początku semestru.

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 68 godz., w tym
obecność na wykładzie 30 godz.,
obecność na laboratorium 15 godz.,
obecność na zajęciach projektowych 15 godz.
konsultacje – 8 godz.*
2. *praca własna studenta – 65 godz., w tym
przygotowanie projektu 45 godz.,
przygotowanie do laboratorium 20 godz.,*

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TiC, przedmiot obieralny, nowy – SIC

Łączny nakład pracy studenta wynosi 133 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:
2.56 pkt. ECTS, co odpowiada 68 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2.8 pkt.
ECTS, co odpowiada: 15 godz. ćwiczeń laboratoryjnych, 15 godz. zajęć projektowych i 45 godz. przygotowania projektu.

Wymagania wstępne:

Do przystąpienia do przedmiotu wymagana jest podstawowa wiedza z zakresu transmisji przewodowej i bezprzewodowej oraz programowania.

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ²²	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	student, który zaliczył przedmiot: Ma specjalistyczną wiedzę na temat zasady funkcjonowania sieci czujnikowych	Wykład	Kolokwium 1	W04 W09 W12
w02	Ma pogłębioną wiedzę na temat technologii wykorzystywanych w systemach i sieciach pomiarowych	Wykład	Kolokwium 2	W04 W09 W12
w03	Ma zaawansowaną wiedzę na temat interfejsów komunikacyjnych	Zajęcia laboratoryjne i projektowe	sprawozdanie z laboratorium /projektu	W04 W11
w04	Ma wiedzę na temat urządzeń i aplikacji pomiarowych, zna specjalistyczne narzędzia programistyczne i projektowe	Zajęcia laboratoryjne i projektowe	sprawozdanie z laboratorium /projektu	W04 W13
UMIEJĘTNOŚCI				
u01	Potrafi wybrać i wykorzystać do konkretnych zastosowań odpowiednie elementy pomiarowe	Zajęcia projektowe	sprawozdanie z projektu/ prezentacja projektu	U01 U06
u02	Potrafi skonfigurować czujnikowe systemy wbudowane przy pomocy oprogramowania dostarczonego przez producenta oraz dostosować je na własne potrzeby	Zajęcia laboratoryjne	sprawozdanie z laboratorium	U04
u03	Potrafi wykorzystać urządzenia, łączność przewodową i bezprzewodową do stworzenia systemu i sieci czujnikowej	Zajęcia laboratoryjne i projektowe	sprawozdanie z projektu /laboratorium	U04 U06 U08
u04	Potraf zapisywać dane pomiarowe z	Zajęcia	sprawozdanie z	U05

²² Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

	użyciem gotowych rozwiązań	projektowe	projektu/ prezentacja projektu	
u05	Potrafi przetwarzać i wizualizować informacje pomiarowe	Zajęcia projektowe	sprawozdanie z projektu/ prezentacja projektu	U01 U04 U05 U06
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k01	Potrafi samodzielnie pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; dokonując ich selekcji, interpretacji i krytycznej oceny, integrować uzyskane informacje, wyciągając wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie	Zajęcia projektowe	sprawozdanie z projektu/ prezentacja projektu	K03
k02	Jest świadom konieczności ciągłego podnoszenia kwalifikacji i samokształcenia, potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny	Zajęcia projektowe	sprawozdanie z projektu/ prezentacja projektu	K01

TECHNIKI SIECI MOBILNYCH NASTĘPNEJ GENERACJI

Next generation mobile technologies

Poziom kształcenia:	<i>studia drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Telekomunikacja</i>
--Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Telekomunikacji</i>
Koordynator przedmiotu:	<i>dr hab. inż. J. Mongay Batalla</i>
Poziom przedmiotu:	<i>zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obieralny</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	
Minimalny numer semestru:	<i>2</i>
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	
Dyskonta	
Limit liczby studentów:	

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Modyfikacja specjalności Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo.

Cel przedmiotu:

Przedmiot poświęcono zaawansowanym mechanizmom zarządzania sieci bezprzewodowych z uwzględnieniem najnowszych trendów badawczych dla przyszłej sieci 6G. Mechanizmy zarządzania siecią oraz mechanizmy zarządzania ruchem bazują na idei programowalnych sieci komputerowych, co umożliwia dużą elastyczność w ich rozwijaniu i proponowaniu nowych. Celem przedmiotu jest przekazanie wiedzy odnośnie metodologii implementowania nowych mechanizmów oraz ich integrowania w sieci zawierającej szereg innych mechanizmów zarządzania.

5G wprowadza całkowitą rewolucję w sieciach mobilnych, po to by móc sprostać rosnącym wymaganiom użytkowników, usług i aplikacji. W przeciwieństwie do poprzednich przejść między generacjami sieci mobilnych, w 5G pojawiają się znacznie bardziej złożone wymagania dotyczące zarządzania oparte na oprogramowaniu zasobów sieciowych. Doprowadzi to ostatecznie do powstania systemu, który wymaga zarządzania w czasie rzeczywistym w oparciu o hierarchię złożonych technik decyzyjnych analizujących dane historyczne, czasowe i częstotliwości sieci. Takie techniki znajdują się na różnych poziomach sieci mobilnej, od poziomu fizycznego radiowego przez poziom sieciowy i funkcji sieciowych do poziomu aplikacji, i tworzą sieć zdecydowanie bardziej odporną, często samoświadomą, samokonfigurowalną i samonaprawiającą się.

Celem wykładów jest przedstawienie głównych zaawansowanych mechanizmów sterowania siecią i ruchem, takich jak: mechanizmy sieci autonomicznej, Network Function Virtualization, Network Slicing, mechanizmy bezpieczeństwa oraz sieci samoświadome. Celem projektów jest pogłębienie wiedzy dotyczącej

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TiC, przedmiot obieralny, nowy – TESM

zaawansowanych mechanizmów oraz nabycie umiejętności zaproponowania innych mechanizmów i algorytmów, umożliwiających uzyskanie określonych kluczowych wskaźników efektywności (ang. Key Performance Indicator, KPI) w sieciach mobilnych.

Skrócony opis przedmiotu:

Celem przedmiotu jest pogłębienie znajomości mechanizmów i algorytmów zaimplementowanych w sieciach komórkowych najnowszej generacji (5G i 6G) używanych do zarządzania siecią, oraz do zarządzania ruchem na podstawie podziału rodzaju ruchu (slicing). Od piątej generacji sieci mobilnych podstawą zarządzania ruchem są mechanizmy "slicing" oraz wirtualizowane funkcje sieciowe (Network Function Virtualization). Wykłady przekazują wiedzę o tych mechanizmach oraz o pracach badawczych nad nowymi mechanizmami zarządzania siecią. Projekty przekazują umiejętności zaproponowania innych mechanizmów i algorytmów razem z ich zaimplementowaniem w sieciach mobilnych.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim:

The aim of the course is to deepen knowledge of mechanisms and algorithms implemented in the latest generation of cellular networks (5G and 6G) used for network management and traffic management based on the division of traffic (slicing). Since the fifth generation of mobile networks, traffic management has been based on Slices and Network Function Virtualization. Lectures provide knowledge about operating mechanisms and knowledge about research on new management mechanisms. The projects convey the ability to propose other mechanisms and algorithms along with their implementation in mobile networks.

Treści kształcenia:

WYKŁAD:

Treść wykładu obejmuje dwa główne obszary: sieć radiową, oraz sieć szkieletową. Obszar sieci szkieletowej obejmuje następujące zagadnienia:

1. Scenariusze sieci 5G wg ITU: Enhanced Mobile BroadBand (eMBB), Ultra Reliable Low Latency Communication (URLLC) i Massive Machine Type Communication (mMTC) - cechy i podstawy teoretyczne
2. Podstawie do Technik: Multi-Access Edge Computing, Network Slicing, SDN/NFV, strumieniowanie wielosieczkowe i ich relacje z kluczowymi wskaźnikami efektywności (np. QoS/QoE, niezawodność, itd.)
3. Mechanizmy i algorytmy dla zastosowań eMBB: (1) Podstawy matematyczne (algorytmy wielokryterialne, algorytmy w-k z punktem referencyjnym, podstawy optymalizacji); (2) Teoria multi-Radio Access Technology, multi-homing; (3) Mechanizm wielosieczkowości w sieci radiowej i szkieletowej dla zastosowań multimedialnych; (4) Optymalizacja wyboru technologii radiowej (multi-RAT)
4. Mechanizmy i algorytmy dla zastosowań URLLC: (1) Podstawy matematyczne: zaawansowana statystyka, odległość statystyczna: odległość Mahalanobis'a, triangulacja geometryczna; (2) Mechanizmy lokalizacji urządzenia końcowego indoor: RSS; (3) Mechanizm lokalizacji urządzenia końcowego outdoor: OTDoA, GNSS, dilution of precision, nowe metodologie lokalizacji na podstawie beam-forming; (4) Mechanizm MEC. Dystrybucja funkcji sieci szkieletowej: core vs. MEC. Standardy; (5) Zarządzanie zasobami (Resource allocation) dla URLLC
5. Mechanizmy i algorytmy dla zastosowań mMTC: (1) Podstawa matematyczna: modelowanie, optymalizacja; (2) Mechanizmy oszczędzania energii; (3) Technologia fog computing w sieci 5G i 6G. Podstawy i zaawansowane algorytmy optymalizacji; (4) Zarządzanie zasobami (Resource allocation) dla mMTC
6. Mechanizmy zarządzania w sieci 6G: wizja przyszłości: zaawansowane kodowanie kanału, zarządzanie antenami w czasie quasi-rzeczywistym, komunikacja bezprzewodowa na podstawie Sztucznej Inteligencji

Obszar sieci radiowej obejmuje następujące zagadnienia:

1. Przegląd Massive MIMO: (1) Co to jest massive MIMO; co kwalifikuje się jako „masywne” (“massive”)? Różnice między massive MIMO a innymi typami MIMO; (2) Korzyści z massive MIMO: wydajność widmowa (ang. spectral efficiency), multipleksowanie przestrzenne (ang. spatial multiplexing); (3) Podstawy transmisji massive MIMO: bloki koherencji, informacje pilotowe i informacje o stanie kanału, TDD vs FDD w massive MIMO, hartowanie kanału i korzystna propagacja; (4) Rola massive MIMO w 5G i 6G
2. Kanały Massive MIMO: (1) Podstawowy model kanału, blaknięcie na dużą i małą skalę, szum, definicja macierzy kanałów; (2) Schematy wstępnego kodowania: łączenie maksymalnego współczynnika, wymuszanie zera, regulowane wymuszanie zera; (3) Wydajność schematów wstępnego kodowania dla różnych scenariuszy przypadków użycia: skutki lokalizacji użytkowników, korelacje kanałów, błędy w szacowaniu kanałów; (4) Wielokomórkowe massive MIMO i zanieczyszczenie pilotażu; (5) SINR dla różnych metod wstępnego kodowania, efektywny SINR dla kanałów Rayleigha
3. Alokacja zasobów w massive MIMO: (1) Kontrola mocy transmisji: maksymalna wydajność widmowa, uczciwa kontrola mocy; (2) Przydział pilota oraz podział i planowanie użytkowników; (3) Liczba pilotaży i użytkowników oraz ich wpływ na wydajność spektralną; (4) Przydział zasobów dla przypadków użycia 5G: URLLC i mMTC; (5) Przyszłe kierunki dla massive MIMO: bezkomórkowy massive MIMO, duże inteligentne powierzchnie, nielicencjonowane spektrum

PROJEKT:

Projekty obejmą analizę innych mechanizmów i algorytmów sieci komórkowych spoza ww. listy. Studenci będą proponować i analizować nowe mechanizmy oraz tworzyć symulacje pokazujące działanie proponowanych mechanizmów w sieciach komórkowych. Chętni będą zaangażowani w projekty badawcze dotyczące 5G/6G, w których prowadzący uczestniczą, lub którymi kierują od paru lat.

Alternatywnie, studenci będą analizować i symulować zaproponowane w literaturze nowoczesne mechanizmy zarządzania i analizować możliwości zastosowania w aktualnych sieciach komórkowych. Przykładowe zagadnienia projektów:

1. Implementacja schematów prekodowania z anten massive MIMO i wykonywanie testów dla różnych modeli kanału, który może lub nie może mieć odpowiedniego modelu stymacji błędów: kanały Rayleigh’a, model Saleh-Valenzuela, itp.
2. Implementacja i ewaluacja mechanizmów alokacji zasobów w sieci szkieletowej dla pewnego użytkownika biznesowego (np. Netflix) i zaproponowanie modelu analitycznego do emulacji ww. mechanizmów.
3. Zaproponowanie modeli ewaluacji systemów antenowych (opóźnienie, straty pakietów oraz pojemność) dla zmieniającej się liczby anten, wartości estymacji błędów oraz profili ruchu.

Projekty będą realizowane głównie z użyciem program MATLAB.

Egzamin: NIE

Wymiar godzinowy zajęć: 60

Formy prowadzonych zajęć Wymiar godzinowy zajęć

Wykład - 30

Zajęcia Projektowe - 30

Organizacja zajęć:

Wykłady z wykorzystaniem prezentacji. Materiały z wykładów udostępnione w formie slajdów. Projekty będą zaproponowane na bazie artykułów naukowych z ostatnich lat.

Przedmiot będzie zaliczony na podstawie projektu zrealizowanego samodzielnie przez każdego studenta i podlegającego na zaproponowanie nowe rozwiązanie lub nowe podejście do technik zarządzania siecią lub ruchem.

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 70 godz., w tym:
 - obecność na wykładach: 30 godz.
 - obecność na zajęciach projektowych: 30 godz.
 - obecność na sesję, oddania projektów: 2 godz.
 - konsultacje: 8 godz.
2. praca własna studenta – 58 godz., w tym:
 - przygotowanie się do projektu (analiza literatury): 6 godz.
 - realizacja projektu: 48 godz.
 - przygotowanie raportu projektowy: 4 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 128 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,73 pkt. ECTS, co odpowiada 70 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 3,05 pkt. ECTS, co odpowiada 30 godz. obecności na zaj. projektowych + 48 godz. realizacji projektu.

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	Forma zajęć / technika kształcenia	Sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	ma wiedzę w zakresie technicznej uwarunkowań działalności sieci radiowej 5G i 6G	wykład projekt	projekt	W01, W02, W14, W12, W11
w02	ma wiedzę w zakresie technicznej uwarunkowań działalności sieci szkieletowej 5G	wykład projekt	projekt	W01, W09, W12, W08
w03	ma wiedzę o standaryzacji i organizacjach standaryzacyjnych dla sieci mobilnych (w szczególności 3GPP)	wykład	projekt	W15
w04	ma wiedzę na temat zasad tworzenia i wzorców modeli sieci komórkowych	wykład projekt	projekt	W01, W14
w05	ma wiedzę o warstwach sieci mobilnej oraz o protokołach stosowanych na tych warstwach	wykład projekt	projekt	W03
w06	zna technologie, stosowaną, w sieciach mobilnych dla aplikacji Internetu Rzeczy (tj. NB-IoT)	wykład projekt	projekt	W02, W09, W04
w07	ma pogłębioną wiedzę odnośnie mechanizmów stosowanych w sieciach komórkowych	wykład projekt	projekt	W01
w08	ma podstawową, wiedzę, o procesie realizacji projektu badawczego od ustalenia celu do wdrożenia	wykład projekt	projekt	W14, W17

w09	ma zaawansowaną znajomość odnośnie mechanizmów ochrony i izolacji informacji w sieciach mobilnych (poprzez slices)	wykład projekt	projekt	W05
w10	ma wiedzę na temat projektów badawczych w sieciach komórkowych	Wykład	projekt	W14, W13, W15
UMIEJĘTNOŚCI				
u01	potrafi realizować mały projekt badawczy tworząc własne rozwiązanie	projekt	projekt	U01, U07, U10, U11
u02	potrafi aplikować modele analizowane do własnych rozwiązań	projekt	projekt	U02
u03	potrafi zdefiniować interfejsy oraz protokoły komunikacyjne między modułami sieci komórkowej	wykład projekt	projekt	U01
u04	potrafi definiować potrzeby bezpieczeństwa pojedynczych elementów sieci mobilnej oraz definiować najlepsze mechanizmy do zastosowania	wykład	projekt	U09, U12
u05	potrafi zaprezentować specyfikę zarządzania sieci mobilnych	wykład projekt	projekt	U01, U02, U12, U15
u06	potrafi patrzeć na problemy badawcze w sposób kompleksowy uwzględniając zastosowania założeń (z możliwościami i ograniczeniami)	wykład projekt	projekt	U06, U10
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k01	ma świadomość dyskusji społecznych związanych z siecią mobilną	wykład	projekt	K03
k02	ma świadomość konieczności komunikowania się z otoczeniem, także pozazawodowym, w sposób zrozumiały dla odbiorcy	wykład projekt	projekt	K02
k03	ma świadomość problemów technicznych sieci komórkowych i ich potencjalnych sposobach rozwiązania	wykład projekt	projekt	K02, K01

APLIKACJE INTERNETU RZECZY

IoT Applications

Poziom kształcenia:	<i>II stopień</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>stacjonarna</i>
Kierunek studiów:	<i>Telekomunikacja</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność	<i>Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Telekomunikacji</i>
Koordynator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obieralny</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	
Minimalny numer semestru:	<i>2</i>
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	
Dyskonta:	
Limit liczby studentów:	

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Modyfikacja specjalności Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo.

Nazwa Przedmiotu bez zmiany.

Cel przedmiotu:

Nauczenie wymyślenia innowacyjnych aplikacji kontekstowych, wykorzystujących węzły IoT i urządzenia mobilne. Projekt zawiera elementy przedsięwzięcia typu startup: generację pomysłów, implementację demonstratora, promowanie rozwiązania.

Skrócony opis przedmiotu:

Przedmiot wszechstronnie omawia aplikacje kontekstowe wykorzystujące węzły IoT i urządzenia mobilne. Słuchacze zrozumieją budowę takich aplikacji (uwzględniając dobre praktyki inżynierii oprogramowania, np. komponentowość, re-używalność) oraz nauczą się je wymyślać wg podejścia user-centered design. Centralnym elementem przedmiotu jest projekt, mający rozwijać, oprócz „twardych” kompetencji technicznych, także kompetencje "miękkie". Projekt przygotowuje, w pewnym zakresie, do przedsięwzięcia typu startup (np. do promowania swojego rozwiązania przed inwestorami). Projekt wdraża także do identyfikowania rozwiązań konkurencyjnych oraz możliwych do re-użycia algorytmów i komponentów, pochodzących z literatury technicznej lub oferowanych komercyjnie.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim:

The course offers comprehensive coverage of context-aware applications, which take advantage of IoT nodes and mobile devices. Students learn how such applications are built (with an emphasis on good software engineering practices, like reusability or component orientation) and how to apply user-centered design in generating new ideas of context awareness. The course revolves around a project that aims at developing both hard, technical skills and soft skills. The project is meant to emulate, to an extent, the earliest phases of a

startup endeavor (e.g., it includes pitching one's idea and demonstrator, as if to investors). Further, the project develops the skill to identify closest competing solutions, as well as existing algorithms and components that one can reuse; the search covers both reputable technical literature and commercial offerings.

Treści kształcenia:

WYKŁAD:

- Wprowadzenie do przedmiotu. Mapa drogowa (2h).
- Innowacyjność usług/aplikacji/obiektów Internetu Rzeczy z punktu widzenia użytkownika. Rozróżnienie: weryfikacja vs. walidacja. Testowanie w laboratorium i w naturalnym środowisku użytkownika (in-the-wild). Doświadczenie użytkownika (UX, user' experience). Projektowanie zorientowane na użytkownika (user-centered design). Myślenie projektowe (Design Thinking). Przykładowe eksperymenty walidacyjne. (2h)
- Kontekst i aplikacje kontekstowe. Pojęcie kontekstu. Rodzaje i źródła informacji kontekstowej. Sensory fizyczne i wirtualne. Synteza kontekstu: sensory logiczne. Własności informacji kontekstowej. Aplikacja kontekstowa. Po co kontekst: sposoby wykorzystania kontekstu. Poziomy pro-aktywności aplikacji. Zrozumiałość działania aplikacji' kontekstowej aktywnej. (2h)
- Kontekst niskopoziomowy. Sensory dla różnych wielkości fizycznych, w tym dla lokalizacji. Akwizycja danych kontekstowych z sensorów. (4h)
- Synteza kontekstu. Algorytmy określania kontekstu wysokopoziomowego na podstawie surowych danych sensorowych. Lokalizacja logiczna. Określanie lokalizacji logicznej jako przykład syntezy kontekstu. Inne przykłady: (4h)
- Budowa aplikacji kontekstowej. Architektura typowej aplikacji kontekstowej. Re-używalne komponenty aplikacji kontekstowej. Wprowadzenie do modelowania kontekstu. Repozytorium kontekstu. Pojęcie warstwy pośredniej (middleware) i platformy dla systemów' IoT. Model programistyczny i API warstwy pośredniej. (2h).
- Modelowanie kontekstu. Context Modeling Language i inne techniki modelowania. (4h)
- Interakcja obiektów i aplikacji kontekstowych Internetu Rzeczy z użytkownikiem. Interfejsy i interakcja peryferyjne (ambient displays, peripheral displays, peripheral interaction). Miękkie sterowanie (soft actuation). Interfejsy dotykowe (TUI: tangible user interfaces). Interakcja wbudowana (embedded interaction). Interakcja domyslna (implicit interaction, incidental interaction). Interakcja „od niechcenia” (casual interaction). (2h)
- Przykładowe aplikacje kontekstowe Internetu Rzeczy. Dziedziny aplikacji Internetu Rzeczy. Aplikacje perswazyjne (PINC: persuasion, influence, nudge, coercion). Aplikacje inteligentnego domu (smart home), w tym wspierające oszczędność energii. Aplikacje inteligentnego miasta (smart city). Aplikacje wspierające osoby starsze i chore (AAL: Ambient Assisted Living). Aplikacje typu crowdsensing. Dla każdej przykładowej aplikacji zostanie przedstawiony sposób jej realizacji. (6h).
- Prezentowanie innowacyjnych produktów we wczesnej fazie rozwoju. Prezentacja dla inwestora (pitch deck) (2h)

PROJEKT:

Projekt jest realizowany w zespołach trzyosobowych. Przedmiot projektu: (a) opracowanie koncepcji (pomysłu) aplikacji inteligencji otoczenia, (b) analiza rozwiązań konkurencyjnych (stanu wiedzy/rynku) w dziedzinie zaproponowanej aplikacji, (c) analiza dostępnych algorytmów i innych komponentów, możliwych do re-użycia w zaproponowanej aplikacji, (d) opracowanie raportu z wynikami analizy rozwiązań konkurencyjnych i dostępnych re-używalnych komponentów, (e) opracowanie prototypu aplikacji, z wykorzystaniem jednej z wiodących platform (np. Android, Arduino, Raspberry Pi), (f) opracowanie jednostronicowego „prospektu” (materiału promocyjnego), (g) prezentacja "dla inwestorów" (pitch) i demonstracja prototypu przed prowadzącymi i resztą grupy, (e) prezentacja techniczna nt. sposobu realizacji prototypu, (f) podsumowanie typu elevator pitch, (g) uzyskanie od „widowni” informacji zwrotnej.

Egzamin: tak

Wymiar godzinowy zajęć: 60

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
Wykład	– 30
Zajęcia projektowe	– 30

Organizacja zajęć:

Uwagi do wykładów:

- Przewiduje się, że wykład „Prezentowanie innowacyjnych produktów we wczesnej fazie rozwoju” (tj. prezentowanie dla potencjalnych inwestorów i innych interesariuszy, tzw. pitching) będzie przeprowadzony przez zaproszonego specjalistę z zewnątrz.
- Przewiduje się także, że wykład „Innowacyjność usług/aplikacji/obiektów Internetu Rzeczy z punktu widzenia użytkownika” (nt. między innymi user-centered design i design thinking) będzie realizowany przy współpracy z Centrum Zarządzania Innowacjami i Transferem Technologii Politechniki Warszawskiej (CZLiTT), być może częściowo w formie warsztatu.

Uwagi do projektu:

- Projekt ma przygotowywać studentów do (niektórych elementów) przedsięwzięcia typu startup (w uproszczeniu – od pomysłu do prezentacji prototypu przed investorem). Projekt premiuje (a) jakość pomysłu na aplikację, (b) skonfrontowanie własnego pomysłu z rozwiązaniami konkurencyjnymi, (c) działanie prototypu (warunek konieczny zaliczenia) i decyzje techniczne podjęte przy implementacji, w tym re-użycie istniejących komponentów, (d) elementy promocyjne: prezentacja „dla inwestorów”, demonstracja prototypu, prospekt. W projekcie chodzi zatem nie tylko o to aby coś zrobić (choć „zrobienie” jest najważniejsze); chodzi także o to aby to „coś” najpierw wymyślić – żeby było możliwie innowacyjne, a następnie żeby to „coś” umiejętnie zaprezentować („sprzedać”) zewnętrznemu interesariuszowi. Zwraca się uwagę na właściwą organizację pracy zespołowej (np. jasne określenie zakresu odpowiedzialności poszczególnych uczestników zespołu, zgodnego z silnymi stronami uczestników).
- Wybrane wykłady (np. „Innowacyjność usług/aplikacji/obiektów Internetu Rzeczy z punktu widzenia użytkownika”, „Interakcja obiektów i aplikacji kontekstowych Internetu Rzeczy z użytkownikiem”, „Prezentowanie innowacyjnych produktów we wczesnej fazie rozwoju”) wspierają zarysowany wyżej, "holistyczny" projekt.
- W trakcie realizacji projektu, oprócz konsultacji, przewidziane są następujące sesje: (a) wyjaśnienie formuły projektu oraz „szybkie” wprowadzenie do kontekstu („kontekst w pigułce”), (b) sesja formowania zespołu (team formation session), (c) prezentacja pomysłu na aplikację i uzyskania informacji zwrotnej od prowadzących, (d) prezentacja źródeł nt. rozwiązań konkurencyjnych oraz możliwych do re-użycia algorytmów/komponentów i uzyskanie akceptacji prowadzących, (e) promocja pomysłu i prototypu, (f) prezentacja prototypu od strony technicznej.
- W sesji formowania zespołu każdy uczestnik przedmiotu ma możliwość krótkiej auto-prezentacji, przedstawiającej swoje kompetencje (silne strony). Ponadto, uczestnik może opcjonalnie przedstawić: (a) dziedziny aplikacji wzbudzające jego zainteresowanie, (b) zarys pomysłu na aplikację (idea pitch), oraz (c) jakie kompetencje najchętniej widziałby w swoim zespole u innych członków (jakich kompetencji szuka). Po autoprezentacjach następuje swobodna interakcja, mająca prowadzić do sformowania zespołów. Celem jest zespół z komplementarnym zestawem kompetencji, o jasno określonych zakresach odpowiedzialności poszczególnych członków.
- W sesji prezentacji źródeł nt. rozwiązań konkurencyjnych względem proponowanej aplikacji oraz możliwych do re-użycia algorytmów/komponentów, zespół przedstawia proponowaną listę materiałów źródłowych, wśród których musi się znaleźć pewna liczba publikacji naukowych z wiodących czasopism i/lub konferencji naukowych (np. z bibliotek IEEE, ACM, Springer). Chodzi o wdrożenie studenta do samodzielnej lektury literatury naukowej i wychwytywania z niej kluczowych dla danego zagadnienia informacji. Udokumentowaniem studenta jest stosowny raport techniczny z w/w omówieniem źródeł.

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 50 godz., w tym:
 - obecność na wykładach: 30 godz.
 - obecność na zajęciach projektowych: 15 godz.
 - obecność na egzaminie: 3 godz.
 - konsultacje: 2 godz.
2. praca własna studenta – 50 godz., w tym:
 - realizacja projektu: 40 godz.
 - przygotowanie do egzaminu: 10 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2 pkt. ECTS, co odpowiada 50 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,2 pkt. ECTS, co odpowiada 15 godz. obecności na zajęciach projektowych + 40 godz. realizacji projektu.

Wymagania wstępne:

Wymagana umiejętność programowania w dowolnym języku programowania.

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	Forma zajęć/ technika kształcenia	Sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	potrafi zdefiniować pojęcie kontekstu i aplikacji kontekstowej oraz podać własności informacji kontekstowej	wykład	egzamin	W08, W09
w02	potrafi wyjaśnić pojęcie warstwy pośredniej (middleware), oraz opisać reprezentatywne warstwy pośrednie i platformy IoT	wykład	egzamin	W08, W09
w03	potrafi określić dziedziny zastosowań Internetu Rzeczy, ze szczególnym uwzględnieniem aplikacji kontekstowych, a także podać reprezentatywne przykłady takich aplikacji	wykład	egzamin	W03, W13, W18
w04	potrafi ocenić i klasyfikować nie-ekranowe interfejsy użytkownika aplikacji kontekstowych	wykład	egzamin	W08
UMIEJĘTNOŚCI				
u01	umie zaprojektować prosty algorytm lokalizacji w budynku	wykład	egzamin	U05

u02	umie uwzględniać elementy podejścia Design Thinking w tworzeniu nowych produktów i aplikacji	wykład projekt	projekt	U03
u03	umie zaprojektować nowej aplikacji kontekstowej z uwzględnieniem podejścia user-centered design	wykład projekt	projekt	U03, U05, U07
u04	umie generować pomysły nowych aplikacji i interfejsów użytkownika, z nastawieniem na ich innowacyjność	projekt	projekt	U07
u05	umie projektować i implementować proste i złożone (np. rozproszone) aplikacje, na platformy mobilne lub mikrokontrolerowe	projekt	projekt	U07
u06	umie tworzyć raport techniczny nt. stworzonego przez siebie systemu, z uwzględnieniem różnych jego aspektów	projekt	projekt	U03
u07	umie pozyskiwać informacje z literatury (głównie anglojęzycznej) dotyczące wybranych szczegółowych zagadnień na temat istniejących aplikacji kontekstowych oraz krytycznie je analizować	projekt	projekt	U03, U10
u08	umie przygotować i przedstawić prezentację wyników projektu, w formie atrakcyjnej, typowej dla zespołu szukającego finansowania dla kontynuacji projektu	projekt	projekt	U01, U10, U11
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k01	pracować indywidualnie i w zespole, działać i myśleć w sposób kreatywny	projekt	projekt	K01

BEZPIECZEŃSTWO SIECI TELEINFORMATYCZNYCH

Security of teleinformatic networks

Poziom kształcenia:	<i>drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	Telekomunikacja
Profil studiów:	<i>Ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Telekomunikacji</i>
Koordynator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obieralny</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	
Minimalny numer semestru:	
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	
Dyskonta	
Limit liczby studentów:	

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Zmiana programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Modyfikacja specjalności Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo.

Nazwa przedmiotu pozostaje bez zmian.

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest przedstawienie zagadnień związanych z zagrożeniami, podatnościami oraz metodami ochrony informacji w sieciach teleinformatycznych. Zaprezentowane zostaną podstawowe zagadnienia, usługi i mechanizmy związane z ochroną informacji. Przedstawiona zostanie taksonomia ataków sieciowych oraz adekwatne zabezpieczenia.

Skrócony opis przedmiotu:

Przedmiot ma zapoznać uczestników z szeroko pojętą problematyką bezpieczeństwa sieci teleinformatycznych. Celem przedmiotu jest przedstawienie zagadnień związanych z zagrożeniami, podatnościami oraz metodami ochrony informacji w sieciach teleinformatycznych. Zaprezentowane zostaną podstawowe zagadnienia, usługi i mechanizmy związane z ochroną informacji. Omówione zostaną słabe punkty popularnych protokołów komunikacyjnych i usług. Przedstawiona zostanie również taksonomia ataków sieciowych oraz adekwatne zabezpieczenia począwszy od ochrony komputera osobistego, a kończąc na zarządzaniu bezpieczeństwem w środowisku sieci korporacyjnych. Głównym efektem uczenia jest zwiększenie świadomości uczestników przedmiotu w zakresie bezpieczeństwa sieciowego oraz jego roli dla sieci teleinformatycznych, rozwoju technologicznego i społecznego. Uczestnik przedmiotu uzyska umiejętność rozpoznawania w środowisku

sieciowym zagrożeń i luk bezpieczeństwa oraz będzie w stanie zaprojektować i zrealizować adekwatną do potrzeb politykę bezpieczeństwa na bazie istniejących rozwiązań.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim:

The subject is to familiarize students with the widely understood problems of ICT networks security. The aim of the course is to present issues related to threats, vulnerabilities and methods of information protection in ICT networks. Basic issues, services and mechanisms related to information protection will be presented. Weaknesses of popular communication protocols and services will be also discussed. Taxonomy of network attacks, ranging from personal computer protection to security management in a corporate network environment, and adequate security will also be presented.

The main effect of education is to increase the awareness of course participants in the field of network security and its role for ICT networks, technological and social development. The subject participant will be able to recognize threats and security gaps in the network environment and will be able to design and implement a security policy adequate to the needs based on existing solutions.

Treści kształcenia:

Wykład:

1. Wprowadzenie do tematyki przedmiotu. (2h)
2. Rodzaje zagrożeń, atakujących oraz klasyfikacje ataków sieciowych. (2h)
3. Usługi, mechanizmy i polityka bezpieczeństwa (ISO 7498-2). (2h)
4. Rodzaje złośliwego oprogramowania. (2h)
5. Techniki ukrywania informacji i sposoby ich wykorzystania przez malware. (2h)
6. Rodzaje i sposób działania ataków odmowy usługi (D)DoS. (2h)
7. Sieci botnet oraz rola sieci TOR w cyberprzestępcach. (2h)
8. Rola socjotechniki w atakach sieciowych. (2h)
9. Mechanizmy kryptografii sieciowej i ich rola w zabezpieczaniu sieci teleinformatycznych. (2h)
10. Bezpieczeństwo Web aplikacji. (2h)
11. Systemy zabezpieczeń: firewalle oraz systemy detekcji i prewencji włamań (IDS/IPS). (2h)
12. Systemy typu honeypots i honeynets i ich rola w infrastrukturze zabezpieczeń. (2h)
13. Bezpieczeństwo sieci bezprzewodowych. (2h)
14. Kontrola dostępu w systemie Linux na przykładzie SELinux. (2h)
15. Egzamin "zerowy"

Laboratorium:

Laboratorium 1: Analiza ruchu sieciowego pod kątem incydentów bezpieczeństwa.

Laboratorium 2: Bezpieczeństwo usług sieciowych.

Laboratorium 3: Bezpieczeństwo sieci lokalnych.

Laboratorium 4: Bezpieczeństwo web aplikacji.

Laboratorium 5: Bezpieczeństwo sieci bezprzewodowych.

Projekt:

Celem projektu jest przybliżenie zagadnień i wyzwań związanych z bezpieczeństwem sieciowym. Ważnym rezultatem projektu jest uświadomienie uczestnikom przedmiotu jak (stosunkowo) łatwo jest zaprojektować i zrealizować prototyp złośliwego oprogramowania, a z drugiej strony jaką wiedzą, podejściem i umiejętnościami trzeba się wykazać, żeby takie zagrożenie wykryć.

Egzamin: TAK

Wymiar godzinowy zajęć: 60

Formy prowadzonych zajęć Wymiar godzinowy zajęć

<i>Wykład</i>	- 30
<i>Zajęcia Projektowe</i>	- 15
<i>Laboratoria</i>	- 15

Organizacja zajęć:

Realizacja przedmiotu obejmuje następujące formy zajęć:

- wykład prowadzony w wymiarze 2 godz. tygodniowo;
- zajęcia laboratoryjne w wymiarze 2 godzin co drugi tydzień.
Realizacja zadań laboratoryjnych: hybrydowa (stacjonarnie i zdalnie). Do każdego laboratorium dostępna jest instrukcja. Ćwiczenia stacjonarne odbywają się w tradycyjny sposób i wymagają fizycznej obecności studenta w laboratorium. Dla każdego ćwiczenia wykonywanego w sposób zdalny utworzona jest dedykowana infrastruktura w oparciu o maszyny wirtualne. W okresie, kiedy dane ćwiczenie jest aktywne (typowo to okres 2 tygodni) uczestnicy przedmiotu rezerwują w dogodnym dla siebie terminie wybrany przedział czasowy, w trakcie, którego należy zrealizować i udokumentować zawarte w instrukcji zadania. Wszystkie zadania laboratoryjne wykonywane są samodzielnie (grupy jednoosobowe).
- zajęcia projektowe w wymiarze 2 godzin co drugi tydzień. W ramach projektu studenci dzieleni są na dwie grupy i wewnątrz nich formują dwuosobowe zespoły. Pierwsza połowa uczestników przedmiotu to grupy projektujące odpowiedzialne za realizację prototypu złośliwego oprogramowania, natomiast druga połowa to grupy detekujące, których rolą jest jego wykrycie. Forma projektu ma charakter konkursu tj. grupy projektujące rywalizują z grupami detekującymi. Celem grup projektujących jest realizacja niewykrywalnej komunikacji pomiędzy zainfekowaną maszyną, a serwerem zewnętrznym. Natomiast grupy detekujące mają za zadanie wykrycie i odgadnięcie użytego sposobu komunikacji dla jak największej liczby zespołów projektujących. Grupy projektujące pracują przez pierwsze pół semestru i w rezultacie przekazują dane, na bazie których analizę rozpoczynają grupy detekujące (trwającą przez drugą połowę semestru). Łącznie za projekt można uzyskać od 0 do 30 punktów.

Sprawdzanie założonych efektów uczenia realizowane jest przez:

- ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań laboratoryjnych oraz poprzez dyskusję o realizacji projektu z prowadzącym,
- ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań projektowych – ocenę sprawozdań z realizacji projektu (poszczególnych etapów projektowych) oraz poprzez dyskusję o realizacji projektu z prowadzącym,
- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie pisemnym o charakterze problemowym (na egzaminie student może korzystać z dowolnych materiałów dydaktycznych).

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 68 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na ćwiczeniach projektowych 15 godz.,
obecność na laboratorium 15 godz.,
udział w konsultacjach związanych z realizacją przedmiotu 4 godz.,
obecność na egzaminie 4 godz.*
2. *praca własna studenta – 60 godz., w tym
realizacja projektów 40 godz.,
przygotowanie do laboratorium 8 godz.,
przygotowanie do egzaminu 12 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 128 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.

UWAGA: 1 punkt ECTS odpowiada w tym przypadku 25,6 godz. pracy studenta, a więc mieści się w dozwolonym przedziale.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,66 pkt. ECTS, co odpowiada 68 godz. kontaktowym.

UWAGA: można to obliczyć na dwa oczywiście równoważne sposoby – albo $68:25,6$ - albo $(68:128) \times 5$.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,73 pkt. ECTS, co odpowiada 70 godz. (15 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 15 godz. obecność na ćwiczeniach projektowych plus 40 godz. realizacji projektu).

UWAGA: sposób obliczenia jak wyżej – $70:25,6,2$ lub $(70:128) \times 5$.

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ²³	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
	student, który zaliczył przedmiot:			
w01	Posiada znacząco rozbudowaną wiedzę z zakresu informatyki	wykład	egzamin pisemny	W03
w02	Posiada wiedzę kierunkową w obszarach i zagadnieniach kluczowych dla telekomunikacji	wykład	egzamin pisemny	W05
w03	Ma pogłębioną wiedzę w zakresie współczesnych zagrożeń w sieci oraz wymogów ochrony informacji	wykład	egzamin pisemny	W06
w04	Ma wiedzę w zakresie technik kontroli, wykrywania i przeciwdziałania nadużyciom w sieciach tele-informatycznych lub bezprzewodowych	wykład	egzamin pisemny	W06
UMIEJĘTNOŚCI				
u01	Potrafi dokonywać wyboru właściwych sposobów i narzędzi do rozwiązywania problemów i zagadnień wiążących się z kierunkiem telekomunikacja	zajęcia projektowe,	projekty	U01,
u02	Potrafi zastosować środki zapewniające bezpieczeństwo użytkowania sieci	laboratorium	ćwiczenia laboratoryjne	U09
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k01	Potrafi dokonywać krytycznej oceny własnej wiedzy oraz informacji pochodzących z różnych źródeł z uwzględnieniem ich wiarygodności	Laboratorium, zajęcia projektowe	ocena aktywności podczas zajęć	K03

²³ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

CYFROWY PROFIL UŻYTKOWNIKA

Digital identity

Poziom kształcenia:	<i>studia drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>nazwa kierunku studiów</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Telekomunikacji</i>
Koordynator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>średnio zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>Obieralny</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>Polski</i>
Semestr nominalny:	
Minimalny numer semestru:	
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	
Dyskonta	
Limit liczby studentów:	

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Zmiana programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja. Modyfikacja specjalności Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo

Nazwa przedmiotu pozostaje bez zmian.

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest omówienie zagadnień związanych z funkcjonowaniem cyfrowego profilu użytkownika w sieci, z uwzględnieniem różnych (nie tylko technologicznych) aspektów funkcjonowania tego typu usług.

Skrócony opis przedmiotu:

Proponowany przedmiot opiera się na interdyscyplinarnym podejściu do zagadnień funkcjonowania cyfrowego profilu użytkownika w sieci Internet oraz jego uwierzytelniania. Jednym z większych problemów przy komercyjnym wdrażaniu technologii informatycznych jest zbyt silne koncentrowanie się na aspektach technologicznych i pomijanie aspektów funkcjonalnych, prawnych czy biznesowych. Prowadzi to do częstych konfliktów na linii właściciel biznesowy – wdrożeniowiec, które powodują, że wdrażane rozwiązania często nie są optymalne.

W trakcie prowadzonych zajęć przekazywane zagadnienia będą ilustrowane rzeczywistymi przykładami z rynku – zarówno złymi, jak i dobrymi praktykami. Duży nacisk położony będzie na zrozumienie rzeczywistych potrzeb biznesowych oraz ograniczeń regulacyjnych. Wiele uwagi poświęcone będzie najnowszym trendom oraz kierunkom rozwoju rynku w obszarze cybertożsamości (np. wykorzystanie technologii blockchain). W dużej części zajęcia będą polegały na rozwiązywaniu w podgrupach rzeczywistych problemów poprzez znajdowanie optymalnych rozwiązań oraz narzędzi.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim:

The proposed course will introduce an interdisciplinary approach to issues of functioning of the user's digital profile and its authentication on the Internet. One of the biggest problems with the commercial implementation of Information Technology is putting too much focus on the technological aspects, while not paying enough attention to the functional, legal, and business aspects. This leads to frequent conflicts between business owners and implementation specialists, which results in solutions, that are often not the most optimal ones.

The subjects covered during lectures, will be illustrated by real-life examples and problems on the market. Lectures will focus on business needs, regulatory restrictions and newest trends, such as the use of blockchain technology. They will be supplemented with workshops, during which students in subgroups will analyze various issues and challenges related to digital identity. Practical side of the course will end in a project, carried out in groups, in which students will analyze a selected commercial service that uses digital identity.

Treści kształcenia:

Wykład:

1. Wprowadzenie. Czym jest profil cyfrowy, czym jest uwierzytelnianie, jakie są korzyści i zagrożenia dla użytkownika i dostawcy usługi, statystyki. (2h)
2. Jak dobrze wdrożyć profil cyfrowy. Omówienie metod realizacji profili cyfrowych oraz metod uwierzytelniania. (2h)
3. Aspekty prawne i biznesowe funkcjonowania cyfrowego profilu. (2h)
4. Technologie używane w realizacji cyfrowych profili (OpenID Connect, mobile connect, profil zaufany, SAML, oAuth). (4h)
5. Profil behawioralny. (2h)
6. Profil biometryczny. (2h)
7. Profile użytkownika w usługach finansowych. (4h)
8. Możliwe ataki z wykorzystaniem cyfrowych profili. Problemy profili nieprawdziwych (2h)
9. Omówienie obowiązujących regulacji prawnych: ochrona danych osobowych (GIODO), wymagania bezpieczeństwa systemów finansowych (PCI DSS), regulacje UE (eIDAS). (2h)
10. Optymalna ścieżka projektowania usług wykorzystujących profile cyfrowe. (2h)
11. Najciekawsze przykłady zastosowań cyfrowych profili. (2h)
12. Wyzwania i kierunki rozwoju cyfrowej tożsamości oraz metod uwierzytelniania. (2h)
13. Dyskusja podsumowująca, weryfikująca zrozumienie zagadnienia. (2h)

Warsztaty:

- Dobór metod uwierzytelniania do wymogów biznesowych
- Optymalny proces pozyskiwania danych osobowych użytkowników
- Wykorzystanie istniejących mechanizmów uwierzytelniania
- Praktyczne zastosowania regulacji eIDAS
- Zarządzanie poziomem zaufania/bezpieczeństwa w rozwiązaniach komercyjnych
- Praktyczne aspekty regulacji RODO
- Dobór optymalnych narzędzi i mechanizmów do wymogów biznesowych z uwzględnieniem regulacji prawnych

Projekt:

Analiza technologiczna, prawna oraz biznesowa wybranej komercyjnej usługi wykorzystującej/przetwarzającej dane osobowe oraz klientów. Projekt realizowany w grupach trzyosobowych.

Egzamin: NIE

Telekomunikacja Stopień 2, specjalność TiC, przedmiot obieralny, zmodyfikowany – CPU

Wymiar godzinowy zajęć: 60

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane</i>	- 60

Organizacja zajęć:

Przedmiot będzie prowadzony w formie zajęć zintegrowanych. W ich skład wchodzi:

- interaktywne, angażujące studentów wykłady, ilustrowane konkretnymi przykładami technologicznymi, biznesowymi oraz regulacjami prawnymi,
- warsztaty, w trakcie którego studenci w podgrupach będą analizowali (nie tylko od strony technologicznej) różne zagadnienia oraz wyzwania związane z cyfrową tożsamością oraz rozwiązywali związane z nimi przykładowe wyzwania,
- realizowany w grupach projekt dotyczący analizy wybranej komercyjnej usługi wykorzystującej cyfrową tożsamość.

W trakcie zajęć będzie wykorzystywanych wiele rzeczywistych problemów/przykładów ilustrujących dane zagadnienia.

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis): np.:

1. *liczba godzin kontaktowych – 66 godz., w tym:
obecność na warsztatach: 60 godz.,
udział w konsultacjach związanych z realizacją projektu: godz.6*
2. *praca własna studenta – 44godz., w tym
przygotowanie do warsztatów: 12 godz.
zespołowa realizacja projektu poza godzinami warsztatów: 20 godz.
przygotowanie do kolokwium: 12 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 110 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,4 pkt. ECTS, co odpowiada 66 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 3,35 pkt. ECTS, co odpowiada 92 godz (60 godz. zajęć warsztatowych, 12 godz. przygotowań do warsztatów, 20 godz. prac projektowych).

Wymagania wstępne:

Ogólna wiedza z zakresu cyberbezpieczeństwa oraz ochrony danych w sieci Internet.

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ²⁴	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	Zna i rozumie metody, techniki oraz narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich dot. cyfrowej tożsamości	Warsztaty	Prezentacja projektu, omawianie wyników warsztatów	W14
w02	Ma specjalistyczną wiedzę w zakresie projektowania, badania, wdrażania oraz utrzymania systemów uwierzytelniania użytkownika	Warsztaty	Prezentacja projektu, kolokwium	W04
w03	Ma pogłębioną wiedzę w zakresie współczesnych zagrożeń związanych z przetwarzaniem danych użytkownika i jego uwierzytelniania	Warsztaty	Prezentacja projektu, omawianie wyników warsztatów	W05
w04	Ma wiedzę w zakresie technik kontroli, wykrywania i przeciwdziałania nadużyciom w zakresie uwierzytelniania	Warsztaty, projekt	Kolokwium, prezentacja projektu	W05
w05	Ma rozbudowaną wiedzę teoretyczną w zakresie projektowania i wdrażania nowoczesnych usług wykorzystujących dane użytkownika	Warsztaty	Kolokwium, prezentacja projektu,	W08
w06	Ma pogłębioną wiedzę teoretyczną w zakresie optymalizacji metod uwierzytelniania	Warsztaty, projekt	Warsztaty, kolokwium	W10
w07	Ma wiedzę o aktualnych trendach oraz najnowszych osiągnięciach z zakresu wieloskładnikowego uwierzytelniania	Warsztaty, projekt	Prezentacja projektu	W13
w08	Ma wiedzę niezbędną do rozumienia i uwzględniania społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań w działalności inżynierskiej i badawczej, z uwzględnieniem dyrektyw RODO oraz eIDAS	Warsztaty, projekt	Kolokwium, omawianie wyników warsztatów	W15
w09	Ma wiedzę, jak prowadzić i skutecznie realizować projekty indywidualne i zespołowe, zna podstawowe zasady współpracy z zespołem biznesowym	Warsztaty, projekt	Omawianie wyników warsztatów.	W17

²⁴ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

UMIEJĘTNOŚCI				
u01	Potrafi wykorzystywać zdobytą wiedzę w obszarze projektowania i realizacji różnego rodzaju rozwiązań z zakresu telekomunikacji, w szczególności w odniesieniu do niestandardowych wyzwań i problemów związanych z kierunkiem studiów	Warsztaty	Kolokwium, aktywność na warsztatach	U02
u02	Potrafi pozyskiwać informacje z odpowiednio wyselekcjonowanych źródeł wiedzy, dokonywać ich właściwej analizy, syntezy, poddawać je krytycznej ocenie oraz formułować na ich podstawie hipotezy i wnioski	Projekt, Warsztaty	Prezentacja projektu	U01
u3	Potrafi dokonywać wyboru właściwych sposobów i narzędzi do rozwiązywania problemów i zagadnień wiążących się z kierunkiem telekomunikacja	Warsztaty	Propozycje rozwiązania problemów	U04
u04	Potrafi porównać rozwiązania telekomunikacyjne i teleinformatyczne lub multimedialne ze względu na zadane kryteria użytkowe i ekonomiczne; potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć techniki w tym zakresie.	Projekt	Prezentacja projektu	U06
u05	Potrafi przygotować nowe usługi telekomunikacyjne i teleinformatyczne lub multimedialne, stosując koncepcyjnie nowe metody.	Warsztaty	Propozycje rozwiązania problemów	U07
u06	Potrafi zastosować środki zapewniające bezpieczeństwo użytkowania sieci w zakresie odpowiednim dla wybranej specjalności	Warsztaty	Propozycje rozwiązania problemów	U09
u07	Potrafi porozumiewać się w sposób zrozumiały w środowisku zawodowym oraz w innym otoczeniu, w zakresie zagadnień związanych z kierunkiem telekomunikacja z użyciem różnego rodzaju technik przekazu i prezentacji, w tym prowadząc debatę	Projekt	Prezentacja projektu	U12
u08	Potrafi pracować indywidualnie i w zespole, pełniąc w nim także wiodące role, w tym rolę kierownika	Projekt, warsztaty	Prezentacja projektu, aktywność na warsztatach	U14

KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k01	Jest świadom wiążącej się z jego kwalifikacjami zawodowymi roli społecznej oraz obowiązku rozwijania dorobku zawodu, podtrzymywania etosu zawodowego oraz przestrzegania zasad etyki i zawodowej.	Projekt	Prezentacja projektu	K02
k02	Potrafi dokonywać krytycznej oceny własnej wiedzy oraz informacji pochodzących z różnych źródeł z uwzględnieniem ich wiarygodności, znaczenia oraz potencjalnych zysków i zagrożeń dla społeczeństwa; potrafi powoływać się na zdobytą wiedzę oraz autorytety ekspertów w rozmowach oraz dyskusjach dotyczących zagadnień z obszaru telekomunikacji.	Projekt	Prezentacja projektu	K03
k03	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy z uwzględnieniem interesu społecznego	Warsztaty	Kolokwium, omawianie wyników warsztatów	K01

PRZEDSIĘBIORCZOŚĆ STARTUPOWA

Poziom kształcenia:	<i>Studia drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>nazwa kierunku studiów</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Teleinformatyka i Cyberbezpieczeństwo</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Wydział Zarządzania</i>
Koordynator przedmiotu:	
Poziom przedmiotu:	<i>średnio zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obowiązkowy</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	<i>3</i>
Minimalny numer semestru:	<i>-</i>
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	<i>-</i>
Dyskonta	<i>-</i>
Limit liczby studentów:	

Powód zgłoszenia przedmiotu:

Zmiana programu studiów II stopnia na kierunku Telekomunikacja.

Cel przedmiotu:

Zdobycie wiedzy i umiejętności na temat specyfiki przedsiębiorczości startupowej oraz w zakresie metodyki zarządzania startupem: Lean Startup

Skrócony opis przedmiotu:

W ramach przedmiotu słuchacze zapoznają się z zagadnieniami związanymi z przedsiębiorczością innowacyjną, technologiczną, dynamiczną. Poznają narzędzia wdrażania projektów zgodnie z metodyką Lean Startup. Nabywają umiejętności związane z podejmowaniem decyzji w zakresie doboru odpowiedniej metodyki zarządzania w zależności od charakteru przedsięwzięcia. Studenci ćwiczą zdobyte umiejętności w ramach grupowej pracy projektowej. Na koniec studenci prezentują projekt i swoją pracę nad nim w ramach spotkania, w którym uczestniczą specjaliści – przedsiębiorcy, inwestorzy, edukatorzy.

Treści kształcenia:

Wykład: Zdobycie wiedzy na temat specyfiki przedsiębiorczości startupowej oraz w zakresie metodyki zarządzania startupem: Lean Startup

W1: Różne formy przedsiębiorczości we współczesnym świecie. Przedsiębiorczość innowacyjna a inne formy przedsiębiorczości. Startupy jako szczególne formy organizacji aktywności przedsiębiorczej;

Telekomunikacja Stopień 2, przedmiot ekonomiczno-społeczny, obowiązkowy nowy: Przedsiębiorczość startupowa

W2: Lean Startup jako metodyka zarządzania startupem i jej składowe: zwinny rozwój produktu (agile development), odkrywanie klienta (customer development) i modelowanie biznesowe; triada: klient-problem- rozwiązanie (CPS);^[1]_[SEP]

W3: Modelowanie biznesowe na bazie kanwy modelu biznesowego oraz kanwy propozycji wartości wg Osterwaldera; formułowanie hipotez biznesowych;

W4: Weryfikowanie hipotez biznesowych w procesie modelowania biznesowego; odkrywanie klienta – zasady projektowania i przeprowadzania wywiadów z interesariuszami projektu; prototypowanie, koncepcja MVP;

W5: Zasady prawidłowego „pitchu” projektu, prezentacji pomysłu i pracy nad jego weryfikacją i rozwojem.

Projekt: Praca nad realizacją startupu – co najmniej zakończenie etapu Customer Discovery - na projekcie własnym (w grupach):

P0: Selekcja pomysłów na projekty, elementy debaty;

P1: Sformułowanie hipotez biznesowych: CPS i archetypu klienta (persony),

P2-P3: Kanwa propozycji wartości i kanwa modelu biznesowego – warsztaty nad projektami w grupach;^[1]_[SEP]

P4: Zaprojektowanie wywiadów i przeprowadzenie ich;^[1]_[SEP]

P5: Weryfikacja hipotez biznesowych;^[1]_[SEP]

P6: Zajęcia mentoringowe

P7: Ochrona własności przemysłowej i prawa autorskiego, jak korzystać z zasobów informacji patentowej

P8-P9: Prezentacja końcowa projektu (w obecności gości spoza uczelni – inwestorzy, przedsiębiorcy, specjaliści).

Egzamin: NIE

Wymiar godzinowy zajęć:

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
<i>Wykład</i>	- 10
<i>Ćwiczenia audytoryjne</i>	-
<i>Zajęcia Projektowe</i>	- 20
<i>Laboratoria</i>	-
<i>Zajęcia komputerowe</i>	-
<i>Seminaria</i>	-
<i>Lektoraty</i>	-
<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane</i>	-
<i>Zajęcia z wykorzystaniem technik kształcenia na odległość</i>	-

Organizacja zajęć:

Zajęcia wykładowo-konwersatoryjne mają charakter wprowadzający. Następnie studenci w grupach 3-5-osobowych pracują nad projektem startupu. Celem jest osiągnięcie etapu MVP (Minimum Viable Product) lub co najmniej etapu weryfikacji głównych hipotez biznesowych w ramach modelowania biznesowego.

Telekomunikacja Stopień 2, przedmiot ekonomiczno-społeczny, obowiązkowy nowy: Przedsiębiorczość startupowa

Przewiduje się 15 spotkań w trakcie semestru, przy czym ostatnie 1-2 zajęcia (w zależności od liczności zespołów projektowych) będą przeznaczone na prezentacje końcowe, oraz 1-2 zajęcia w połowie semestru będą przeznaczone na zajęcia mentoringowe. Przewiduje się również fakultatywnie wizytę gościa na zajęciach i/lub wizytę w Inkubatorze Przedsiębiorczości PW.

Każdy student musi wziąć udział w co najmniej jednym wydarzeniu startupowym w semestrze (poza godzinami zajęć) i napisać krótką notatkę z tego wydarzenia.

Zespoły projektowe będą 3 lub 5-osobowe – w zależności od liczebności grupy zajęciowej – nie powinno być więcej niż 8 zespołów w jednej grupie.

Wymiar w jednostkach ECTS: 2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 30 godz., w tym
obecność na wykładach 10 godz.,
obecność na zajęciach projektowych/warsztatowych 16 godz.,
obecność na zajęciach mentoringowych 2 godz.
obecność na zajęciach z gościem / w inkubatorze 2 godz.
2. praca własna studenta – 25 godz., w tym
przygotowanie do zajęć projektowych 20 godz.,
przygotowanie do prezentacji końcowej 5 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 55 godz., co odpowiada 2 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,33 pkt. ECTS, co odpowiada 30 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,91 pkt. ECTS, co odpowiada 16 godz. zajęć projektowych, 2 godz. zajęć mentoringowych, 20 godz. przygotowań do zajęć projektowych i 5 godz. przygotowań do prezentacji końcowej.

Wymagania wstępne:

brak

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ²⁵	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	Student zna i rozumie ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości – odnośnie do przedsięwzięć ambitnych i innowacyjnych.	wykład	Zaliczenie pisemne, aktywność na zajęciach	W17

²⁵ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

w02	Zna i rozumie podstawowe zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego, wie jak korzystać z zasobów informacji patentowej	wykład	Zaliczenie pisemne, aktywność na zajęciach	W16
UMIEJĘTNOŚCI				
u01	Student potrafi identyfikować i interpretować podstawowe zjawiska i procesy społeczne z wykorzystaniem wiedzy z zakresu przedsiębiorczości, ze szczególnym uwzględnieniem kreowania postaw przedsiębiorczych i podejmowania wyzwań związanych z rozwojem przedsiębiorczości	zajęcia projektowe	Jakość pracy podczas zajęć projektowych, aktywność na zajęciach, zaangażowanie w pracę grupy, prezentacja końcowa	U01
u02	Potrafi komunikować się i prezentować wyniki swojej pracy różnicowanemu kręgowi odbiorców	Zajęcia projektowe	prezentacja końcowa	U03
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k1	Student jest gotowy do myślenia w sposób kreatywny i działania w sposób przedsiębiorczy.	zajęcia projektowe	obserwacja, ocena aktywności podczas zajęć	K01
k3	Potrafi dokonywać krytycznej oceny własnej wiedzy oraz informacji pochodzących z różnych źródeł z uwzględnieniem ich wiarygodności, znaczenia oraz potencjalnych zysków i zagrożeń dla społeczeństwa; potrafi powoływać się na zdobytą wiedzę oraz autorytety ekspertów w rozmowach oraz dyskusjach dotyczących zagadnień z obszaru telekomunikacji.	zajęcia projektowe	obserwacja, ocena aktywności podczas zajęć	K03

**Sprawdzono pod względem formalno-prawnym
zatwierdzam r.pr. Tomasz Szolucha /podpis/**