

## **Program studiów**

### **I. PODSTAWOWE DANE O STUDIACH**

1. Nazwa wydziału: Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
2. Nazwa kierunku: Inżynieria Internetu Rzeczy
3. Poziom studiów: studia drugiego stopnia
4. Profil studiów: ogólnoakademicki
5. Forma studiów: studia stacjonarne
6. Język prowadzenia studiów: polski
7. Dyscypliny naukowe, do których przypisany jest kierunek:
  - informatyka techniczna i telekomunikacja (dyscyplina wiodąca): 80%
  - automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne: 20%
8. W przypadku zawodu, o którym mowa w art. 68 Ustawy, standardy kształcenia, na podstawie których będą prowadzone studia: nie dotyczy
9. Liczba semestrów studiów: trzy
10. Tytuł zawodowy uzyskiwany przez absolwenta: magister inżynier

## II. OKREŚLENIE EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

### 1. Tabela odniesień efektów uczenia się dla programu studiów do:

- uniwersalnych charakterystyk pierwszego stopnia PRK, na poziomie 7, określonych w załączniku do ustawy o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji (Dz.U. z 2020 r. poz. 226) – „Odniesienie-symbol”;
- charakterystyk drugiego stopnia PRK na poziomie 7, 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 inżyniera albo magistra inżyniera) – „Odniesienie – symbol I/III”.

lp.	symbol efektu uczenia się dla programu studiów	efekt uczenia się	odniesienie – symbol I/III	odniesienie – symbol
1	2	3	4	5
<b>Wiedza</b>				
		Absolwent		
1.	W_01	zna i rozumie główne tendencje rozwojowe informatyki technicznej i telekomunikacji, także w szerszym, społecznym kontekście	I.P7S_WG.o	P7U_W
2.	W_02	zna metodologiczne podstawy prowadzenia badań naukowych; ma wiedzę dotyczącą metodyki prowadzenia prac o charakterze badawczym w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych	I.P7S_WG.o	P7U_W
3.	W_03	ma wiedzę z zakresu <ul style="list-style-type: none"> <li>- stosowanej probabilistyki, obejmującą m.in. elementy dyskretnych procesów stochastycznych oraz statystyki matematycznej (m.in. testowanie hipotez, statystyczne modele regresyjne),</li> <li>- modelownia matematycznego,</li> </ul> tworzącą podstawy do formułowania i rozwiązywania złożonych i nietypowych zadań inżynierskich oraz problemów badawczych, związanych w szczególności z analizą danych gromadzonych i przetwarzanych w systemach internetu rzeczy	I.P7S_WG.o	P7U_W
4.	W_04	ma zaawansowaną wiedzę z zakresu sztucznej inteligencji, obejmującą m.in. <ul style="list-style-type: none"> <li>- metody i algorytmy uczenia maszynowego,</li> <li>- metody klasyfikacji wykorzystujące głębokie sieci neuronowe,</li> </ul> tworzącą podstawy do formułowania złożonych i nietypowych zadań inżynierskich oraz problemów badawczych, związanych w szczególności z tworzeniem aplikacji wykorzystujących infrastrukturę internetu rzeczy, oraz ich innowacyjnego rozwiązywania	I.P7S_WG.o	P7U_W
5.	W_05	w pogłębionym stopniu zna i rozumie wybrane fakty, teorie i metody, stanowiące zaawansowaną wiedzę z zakresu wybranych zagadnień związanych z projektowaniem systemów internetu rzeczy, w tym z: <ul style="list-style-type: none"> <li>- projektowaniem sieci inteligentnych urządzeń,</li> <li>- kosyntezą sprzętowo-programową,</li> <li>- zapewnianiem bezpieczeństwa infrastruktury teleinformatycznej internetu rzeczy</li> </ul>	I.P7S_WG.o	P7U_W
6.	W_06	ma wiedzę z zakresu projektowania urbanistycznego, planistycznego i architektonicznego, umożliwiającą formułowanie i rozwiązywanie zadań inżynierskich oraz problemów badawczych o charakterze interdyscyplinarnym, związanych z wykorzystaniem internetu rzeczy w rozwiązaniach dotyczących inteligentnych budynków i przestrzeni publicznych	I.P7S_WG.o	P7U_W

lp.	symbol efektu uczenia się dla programu studiów	efekt uczenia się	odniesienie – symbol I/III	odniesienie – symbol
1	2	3	4	5
7.	W_07	zna i rozumie procesy zachodzące w cyklu życia systemów internetu rzeczy, w szczególności w rozwiązaniach dotyczących inteligentnych budynków i przestrzeni publicznych	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
8.	W_08	ma wiedzę dotyczącą aktualnych problemów istotnych dla rozwoju inżynierii internetu rzeczy, a w szczególności: - nowych osiągnięć nauki znajdujących zastosowanie w systemach internetu rzeczy, - uwarunkowań technicznych i pozatechnicznych występujących w przykładowych rozwiązaniach z zakresu internetu rzeczy realizowanych w otoczeniu społeczno-gospodarczym PW	I.P7S_WG.o	P7U_W
9.	W_09	rozumie fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji, związane z rozwojem nauk inżynieryjno-technicznych, a zwłaszcza informatyki technicznej i telekomunikacji, i wynikającymi z tego zagrożeniami, w szczególności osobiste i społeczne dylematy związane z wykorzystaniem internetu rzeczy	I.P7S_WK	P7U_W
10.	W_10	ma podstawową wiedzę niezbędną do rozumienia pozatechnicznych (prawnych, ekonomicznych, etycznych i innych) uwarunkowań działalności zawodowej w zakresie bezpośrednio lub pośrednio związanym z projektowaniem, realizacją i funkcjonowaniem systemów internetu rzeczy	I.P7S_WK	P7U_W
11.	W_11	ma podstawową wiedzę w zakresie ochrony własności intelektualnej, w tym ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego, zwłaszcza w zakresie bezpośrednio lub pośrednio związanym z internetem rzeczy	I.P7S_WK	P7U_W
12.	W_12	zna i rozumie podstawowe zasady tworzenia i rozwoju różnych form indywidualnej przedsiębiorczości, w tym związane przedsiębiorczością startupową	I.P7S_WK III.P7S_WK	P7U_W
13.	W_13	zna i rozumie podstawowe zasady zarządzania procesowego i zarządzania ryzykiem	I.P7S_WK III.P7S_WK	P7U_W
<b>Umiejętności</b>				
		Absolwent		
14.	U_01	potrafi pozyskiwać informacje z właściwie dobranych źródeł (literatury, baz danych i innych źródeł), dokonywać ich selekcji, krytycznej oceny, analizy i twórczej interpretacji, integrować uzyskane informacje, formułować wnioski i wyczerpująco je uzasadniać	I.P7S_UW.o	P7U_U
15.	U_02	potrafi dokonać krytycznej analizy i oceny rozwiązań z zakresu inżynierii internetu rzeczy	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
16.	U_03	potrafi formułować i testować hipotezy związane z prostymi problemami badawczymi dotyczącymi m.in. projektowania i funkcjonowania systemów internetu rzeczy	I.P7S_UW.o	P7U_U
17.	U_04	potrafi dokonać identyfikacji i sformułować specyfikację złożonych zadań dotyczących systemów internetu rzeczy, a w szczególności: - przetwarzania i analizy danych gromadzonych w systemach internetu rzeczy z wykorzystaniem metod sztucznej inteligencji, - zapewniania bezpieczeństwa infrastruktury teleinformatycznej internetu rzeczy	I.P7S_UW.o	P7U_U
18.	U_05	potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, także o charakterze badawczym, w tym pomiary i symulacje komputerowe, analizować i interpretować uzyskane wyniki oraz wyciągać wnioski	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U

lp.	symbol efektu uczenia się dla programu studiów	efekt uczenia się	odniesienie – symbol I/III	odniesienie – symbol
1	2	3	4	5
19.	U_06	potrafi – przy identyfikowaniu problemów i formułowaniu specyfikacji zadań inżynierskich oraz problemów badawczych, w tym zadań i problemów złożonych i nietypowych dotyczących projektowania i analizy funkcjonowania systemów internetu rzeczy, oraz ich rozwiązywaniu – wykorzystać, również w sposób innowacyjny, metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne oraz odpowiednie narzędzia, dokonując właściwego wyboru tych metod i narzędzi	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
20.	U_07	potrafi – przy identyfikowaniu problemów i formułowaniu specyfikacji zadań inżynierskich oraz problemów badawczych związanych z wykorzystaniem internetu rzeczy, a także przy rozwiązywaniu tych zadań i problemów: - dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne, w tym aspekty etyczne - oceniać aspekty ekonomiczne proponowanych rozwiązań i podejmowanych działań	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
21.	U_08	potrafi – zgodnie z zadaną specyfikacją – zaprojektować, zrealizować (przynajmniej częściowo), przetestować i ocenić – ze względu na właściwie dobrany zestaw kryteriów, uwzględniający także aspekty pozatechniczne – rozwiązanie oparte na wykorzystaniu internetu rzeczy, związane przykładowo z inteligentnym budynkiem lub inteligentną przestrzenią publiczną	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
22.	U_09	potrafi przygotować dokumentację przeprowadzonych badań, analiz i opracowanych rozwiązań oraz przygotować krótkie doniesienie naukowe na ten temat	I.P7S_UK	P7U_U
23.	U_10	potrafi komunikować się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach; potrafi przedstawić prezentację ustną, dotyczącą w szczególności zagadnień z zakresu inżynierii internetu rzeczy; potrafi poprowadzić dyskusję na tematy techniczne, zwłaszcza związane bezpośrednio lub pośrednio z internetem rzeczy i – uczestnicząc w niej – dokonywać ocen przedstawianych rozwiązań i opinii	I.P7S_UK	P7U_U
24.	U_11	potrafi – przy formułowaniu specyfikacji zadania inżynierskiego oraz jego rozwiązywaniu – współpracować z potencjalnymi użytkownikami projektowanego rozwiązania, w szczególności w zakresie identyfikowania i realizowania ich potrzeb i wymagań, a także ze specjalistami reprezentującymi inne dyscypliny naukowe	I.P7S_UK	P7U_U
25.	U_12	potrafi pracować indywidualnie oraz współdziałać z innymi osobami, także w ramach prac prowadzonych w zespole interdyscyplinarnym; potrafi kierować pracą zespołu	I.P7S_UO	P7U_U
26.	U_13	potrafi posługiwać się językiem angielskim na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego	I.P7S_UK	P7U_U
27.	U_14	potrafi określić kierunki dalszego uczenia się, zaplanować i zrealizować proces samokształcenia, a także ukierunkowywać innych w tym zakresie	I.P7S_UU	P7U_U
<b>Kompetencje społeczne</b>				
		Absolwent		

lp.	symbol efektu uczenia się dla programu studiów	efekt uczenia się	odniesienie – symbol I/III	odniesienie – symbol
1	2	3	4	5
28.	K_01	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; jest gotów do stałego aktualizowania i wzbogacania posiadanej wiedzy; docenia korzyści wynikające ze współpracy specjalistów reprezentujących różne dyscypliny naukowe w rozwiązywaniu problemów istotnych dla społeczności	I.P7S_KK	P7U_K
29.	K_02	ma świadomość ważności i zrozumienie ekonomicznych, społecznych i innych pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżyniera oraz związanej z tym odpowiedzialności; jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy, podejmowania decyzji i przyjmowania odpowiedzialności za skutki tych decyzji i podejmowanych działań	I.P7S_KO	P7U_K
30.	K_03	jest gotów do wypełniania zobowiązań społecznych, inspirowania i organizowania działalności na rzecz środowiska społecznego oraz interesu publicznego, a zwłaszcza formułowania i przekazywania społeczeństwu – m.in. poprzez środki masowego przekazu – informacji i opinii dotyczących możliwości związanych z wykorzystaniem rozwiązań z zakresu internetu rzeczy; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały	I.P7S_KO	P7U_K
31.	K_04	jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, z uwzględnieniem zmieniających się potrzeb społecznych, w tym: - rozwijania dorobku zawodu, - podtrzymywanie etosu zawodu, - przestrzegania etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad	I.P7S_KR	P7U_K

*Kod składnika charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji, określony w uchwale Senatu PW w sprawie przyjęcia przez Politechnikę Warszawską kodu składnika 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:

- wykłady,
- ćwiczenia,
- projekty i zajęcia laboratoryjne, realizowane indywidualnie i w zespołach,
- moduły zajęć typu PBL (project-based learning), prowadzone zgodnie z koncepcją „design thinking”, wymagające formułowania i rozwiązywania problemów „otwartych”,
- samodzielne uczenie się studentów i prezentacja wyników tego samokształcenia na zajęciach grupowych.

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, laboratorium + sprawozdanie pisemne z realizacji zajęć, projekt + sprawozdanie pisemne z realizacji zadania, prezentacja indywidualna/zespołowa, praca domowa, ocena aktywności podczas zajęć.

Weryfikacja i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu uczenia się (całego programu studiów) odbywa się przede wszystkim na poziomie poszczególnych przedmiotów

(w sposób uwidoczniiony w sylabusach). 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

Łączna liczba godzin zajęć:	925 godz.
Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów:	90 ECTS
Procentowy udział liczby punktów ECTS w liczbie punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów ze wskazaniem <b>dyscypliny wiodącej:</b> <b>informatyka techniczna i telekomunikacja</b> automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne	66% 16%
Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia:	47 ECTS tj. 52%
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> ):	40 ECTS tj. 44%
<b>Dla studiów o profilu praktycznym:</b> 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
<b>Dla studiów o profilu ogólnoakademickim:</b> 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:	74 ECTS tj. 82%
Liczba punktów ECTS, jaka może być uzyskana w ramach kształcenia z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość: <i>(liczba punktów ECTS nie może być większa niż 50% liczby punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów – w przypadku studiów o profilu praktycznym albo 75% liczby punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów – w przypadku studiów o profilu ogólnoakademickim)</i>	40 ECTS tj. 44%
Łączna liczba godzin oraz punktów ECTS z matematyki	45 godz. 3 ECTS zgodnie z uchwałą Senatu PW nr 58/L/2020 z dnia 25 listopada 2020 r. w sprawie ustalania programów studiów w Politechnice Warszawskiej pozostałe wymagane godziny i punkty ECTS zrealizowano na studiach pierwszego stopnia

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 studiach pierwszego stopnia
Łączna liczba godzin oraz punktów ECTS języków obcych	30+ godz. 2+ ECTS zgodnie z uchwałą Senatu PW nr 58/L/2020 z dnia 25 listopada 2020 r. w sprawie ustalania programów studiów w Politechnice Warszawskiej <b>realizacja</b> poprzez prowadzenie jednego przedmiotu (2 ECTS) w całości i dwóch innych przedmiotów w części w języku angielskim na poziomie B2+
Liczba punktów ECTS za pracę dyplomową	20 ECTS

#### IV. WYMIAR, ZASADY, FORMA PRAKTYK ZAWODOWYCH

Program studiów nie obejmuje praktyki zawodowej.

## V. SYLABUSY

Program studiów obejmuje następujące klasy programowe (grupy przedmiotów):

- PRZEDMIOTY HUMANISTYCZNO-SPOŁECZNE (5 ECTS)
  - Przedsiębiorczość startupowa
  - Zarządzanie ryzykiem operacyjnym
- INŻYNIERIA INTERNETU RZECZY – PODSTAWY (7 ECTS)
  - Stosowana Probabilistyka
  - Uczenie maszynowe
- INŻYNIERIA INTERNETU RZECZY – MODUŁY PBL (24 ECTS)
  - PBL1: Bezpieczeństwo komunikacji bezprzewodowej
  - PBL2: Inteligentne otoczenie
- INŻYNIERIA INTERNETU RZECZY (10 ECTS)
  - Sieci inteligentnych urządzeń
  - Koszyntezja sprzętowo-programowa
  - Internet rzeczy: nauka i praktyka
- PRZEDMIOTY OBIERALNE: INŻYNIERIA INTERNETU RZECZY/TELEINFORMATYKA (min. 8 ECTS)
- PRZEDMIOTY OBIERALNE TECHNICZNE (min. 4 ECTS)
- PROWADZENIE BADAŃ I DYPLOMOWANIE (32 ECTS)
  - Metodologiczne i etyczne problemy badań technonaukowych (Methodological and ethical issues of technoscientific research)
  - Pracownia problemowa
  - Pracownia dyplomowa
  - Seminarium dyplomowe
  - Przygotowanie pracy dyplomowej
  - Redakcja i edycja pracy dyplomowej

Oferta przedmiotów w klasie PRZEDMIOTY OBIERALNE: INŻYNIERIA INTERNETU RZECZY /TELEINFORMATYKA obejmuje przedmioty prowadzone obecnie na Wydziale oraz przedmioty opracowane specjalnie na potrzeby nowego programu. Realizując wymagania związane z uzyskaniem odpowiedniej liczby punktów ECTS w tej klasie (8 punktów ECTS), student będzie mógł korzystać z przedmiotów z zakresu inżynierii internetu rzeczy, a zwłaszcza teleinformatyki o odpowiednim poziomie zaawansowania (studia drugiego stopnia), prowadzonych na Wydziale na potrzeby innych kierunków studiów (informatyka, telekomunikacja, cyberbezpieczeństwo) oraz – za zgodą Dziekana wydaną na podstawie opinii kierownika kierunku – przedmiotów prowadzonych na innych wydziałach PW i innych uczelniach.

Planowane jest włączenie do oferty przedmiotów obieralnych w tej klasie m.in. następujących dwóch przedmiotów oferowanych obecnie studentom innych kierunków:

- Elektronika o zerowym poborze energii dla układów samozasilających IoT,
- Wirtualne Środowiska Obliczeniowe.

Rozpatrywane jest włącznie do tej oferty także innych przedmiotów prowadzonych na Wydziale lub opracowanie nowych przedmiotów dotyczących następującej tematyki:

- sygnały w multimediami/przetwarzanie sygnałów,
- analiza obrazu, wykrywanie wzorców, wykorzystanie kamer wideo jako źródła danych w IoT,
- programowanie równoległe i rozproszone,
- modelowanie i symulacja komputerowa,
- sieci komórkowe LTE/5G/6G,
- zaawansowane czujniki dla IoT,
- zasilanie urządzeń elektronicznych,
- podstawy sterowania/regulacji,
- inteligentne maszyny.

Ostateczna postać oferty przedmiotów obieralnych przedłożona studentom będzie uwzględniać rozwój tematyki badań związanych z internetem rzeczy oraz rozwój kadry akademickiej związanej ze studiami w tym obszarze (na Wydziale i poza Wydziałem).

W klasie przedmiotów obieralnych technicznych student będzie mógł korzystać z oferty przedmiotów o odpowiednim poziomie zaawansowania (studia drugiego stopnia), prowadzonych na Wydziale oraz – za zgodą Dziekana wydaną na podstawie opinii kierownika kierunku – przedmiotów prowadzonych na innych wydziałach PW i innych uczelniach. Student w tej klasie przedmiotów obieralnych musi uzyskać co najmniej 4 ECTS.



W dalszej części tego punktu przedstawiono opis przedmiotów tworzących „trzon” studiów drugiego stopnia, tzn. przedmiotów w klasach programowych:

- PRZEDMIOTY HUMANISTYCZNO-SPOŁECZNE
- INŻYNIERIA INTERNETU RZECZY – PODSTAWY
- INŻYNIERIA INTERNETU RZECZY – MODUŁY PBL
- INŻYNIERIA INTERNETU RZECZY
- PROWADZENE BADAŃ I DYPLMOWANIE

## PRZEDSIĘBIORCZOŚĆ STARTUPOWA

rodzaj zajęć/liczba godzin	wykład (stacjonarnie lub zdalnie)	10
	ćwiczenia	-
	laboratorium	-
	projekt	16
	zajęcia zintegrowane (warsztaty)	12
liczba punktów ECTS	3	
status przedmiotu	obowiązkowy	

### Treści kształcenia

#### WYKŁAD

Zdobycie wiedzy na temat specyfiki przedsiębiorczości startupowej oraz w zakresie metodyki zarządzania startupem: Lean Startup. Dobór pomysłów na startup.

- W1: Pomysły i innowacje. Przedsiębiorczość innowacyjna a inne formy przedsiębiorczości. Startupy jako szczególne formy organizacji aktywności przedsiębiorczej
- 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)
- W3: Modelowanie biznesowe na bazie kanwy modelu biznesowego oraz kanwy propozycji wartości wg Osterwaldera; struktura modelu i 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: Model biznesowy jako narzędzie wdrażania zmian i innowacji w przedsiębiorstwie

#### PROJEKT

Praca nad projektem startupu – co najmniej zakończenie etapu Customer Discovery - na projekcie własnym (w zespołach).

SEP

- P0: Selekcja pomysłów na projekty, elementy debaty
- P1: Sformułowanie hipotez biznesowych: CPS i archetypu klienta (tworzenie persony)
- P2-P3: Kanwa propozycji wartości i kanwa modelu biznesowego – warsztaty projektowe
- P4: Zaprojektowanie wywiadów i przeprowadzenie ich
- P5: Weryfikacja hipotez biznesowych, analiza konkurencji
- P6: Zasady prawidłowego „pitcha” projektu, prezentacji pomysłu i pracy nad jego weryfikacją i rozwojem

#### WARSZTATY/ZAJĘCIA ZINTEGROWANE (mentoring i Demo Day)

- Z1: Zajęcia mentoringowe, zajęcia z gościem i/lub w inkubatorze i akceleratorze innowacji PW
- Z2: Prezentacja końcowa projektu (w obecności gości spoza uczelni – inwestorzy, przedsiębiorcy, eksperci)

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektów uczenia się	symbole efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
	Student		
<b>WIEDZA</b>			
W01	zna i rozumie podstawowe zasady tworzenia i rozwoju różnych form indywidualnej przedsiębiorczości, a zwłaszcza innowacyjnych, ambitnych i dynamicznych form organizacji typu startup	W_12	Aktywność na zajęciach, kolokwium [formuła tradycyjna lub online: MS Forms]
W02	ma podstawową wiedzę w zakresie ochrony własności przemysłowej i intelektualnej w kontekście tworzenia i rozwijania startupów – innowacyjnych form przedsiębiorczości	W_11	Kolokwium [formuła tradycyjna lub online: MS Forms]
W03	zna i rozumie zjawisko przedsiębiorczości służącej realizacji Celów Zrównoważonego Rozwoju (SDG)	W_10 W_12	aktywność na zajęciach, prezentacja końcowa (DemoDay)
<b>UMIĘTNOŚCI</b>			
U01	potrafi dobrać źródła, informacje i narzędzia w celu walidacji hipotez biznesowych dla startupu	U_01	projekt zespołowy – prace cząstkowe prezentowane i omawiane na zajęciach, prezentacja końcowa (DemoDay)
U02	potrafi przygotować opracowanie i przedstawić prezentację ustną (w języku polskim lub w języku angielskim), tzw. prezentację inwestorską: „pitch” na temat tworzonego startupu i jego modelu biznesowego	U_09	prezentacja końcowa (DemoDay)
U03	potrafi pracować indywidualnie oraz współdziałać z innymi osobami, a tym także kierować nimi, w ramach prac zespołowych nad tworzeniem i walidacją koncepcji startupu	U_12	projekt zespołowy – prace cząstkowe prezentowane i omawiane na zajęciach, prezentacja końcowa (DemoDay)
U04	potrafi określić kierunki dalszego uczenia się, zaplanować i zrealizować proces samokształcenia, a także ukierunkowywać innych w tym zakresie – w ramach prac nad tworzeniem startupu.	U_14	projekt zespołowy – prace cząstkowe prezentowane i omawiane na zajęciach, prezentacja końcowa (DemoDay)
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>			
K01	jest gotów do myślenia i działania w sposób innowacyjny i przedsiębiorczy, przewodzenia grupie i ponoszenia odpowiedzialności za nią	K_02	projekt zespołowy – prace cząstkowe prezentowane i omawiane na zajęciach, prezentacja końcowa (DemoDay)
K02	jest gotów do krytycznej oceny potencjału biznesowego przedsięwzięcia typu startup i do sięgania po wiedzę ekspercką w tym zakresie	K_01	projekt zespołowy – prace cząstkowe prezentowane i omawiane na zajęciach, prezentacja końcowa (DemoDay)

## ZARZĄDZANIE RYZYKIEM OPERACYJNYM

rodzaj zajęć/liczba godzin	wykład	10
	ćwiczenia	10
	laboratorium	10
	projekt	-
	zajęcia zintegrowane (warsztaty)	-
liczba punktów ECTS	2	
status przedmiotu	obowiązkowy	

### Treści kształcenia

WYKŁAD – zaliczenie pisemne indywidualne (test pytania zamknięte i otwarte)

1. Podejście procesowe – podstawy (1h)
2. Podejście procesowe – modelowanie i symulacja procesów (1h)
3. Identyfikacja i analiza interesariuszy organizacji (1h)
4. Podstawy zarządzania ryzykiem (1,5h)
5. Ryzyko operacyjne (1,5h)
6. Identyfikacja zagrożeń, analiza ryzyka, ocena ryzyka (1,5h)
7. Intuicyjna analiza BIA (1,5h)
8. Projektowanie scenariuszy awaryjnych i zapewnienie ciągłości działania (1h)

### ĆWICZENIA

1. Identyfikacja interesariuszy (praca zespołowa 2-3 osoby, sprawozdanie z ćwiczenia, 1h pracy na zajęciach, konsultacje w trakcie zajęć, 1h konsultacji poza zajęciami w formie zdalnej).
2. Mapa procesów (praca zespołowa 2-3 osoby, sprawozdanie z ćwiczenia, 1h pracy na zajęciach, konsultacje w trakcie zajęć, 1h konsultacji poza zajęciami w formie zdalnej).
3. Model procesu (praca zespołowa 2-3 osoby, sprawozdanie z ćwiczenia, 3h pracy na zajęciach, konsultacje w trakcie zajęć, 2h konsultacji poza zajęciami w formie zdalnej).
4. Analiza BIA (praca zespołowa 2-3 osoby, sprawozdanie z ćwiczenia, 1,5h pracy na zajęciach, konsultacje w trakcie zajęć, 1,5h konsultacji poza zajęciami w formie zdalnej).
5. Ocena ryzyka dla rozpatrywanego procesu (praca zespołowa 2-3 osoby, sprawozdanie z ćwiczenia, 2h pracy na zajęciach, konsultacje w trakcie zajęć, 2 h konsultacji poza zajęciami w formie zdalnej).
6. Plan ciągłości działania dla rozpatrywanego procesu (praca zespołowa 2-3 osoby, sprawozdanie z ćwiczenia, 1,5h pracy na zajęciach, konsultacje w trakcie zajęć, 1,5h konsultacji poza zajęciami w formie zdalnej).

### LABORATORIUM

1. Wykonanie modelu (1h, praca indywidualna na zajęciach na stanowisku komputerowym w oparciu o skrypt, konsultacje prowadzącego w trakcie zajęć, raport z wykonania zadania laboratoryjnego).
2. Programowanie modelu procesu (1h praca indywidualna na zajęciach na stanowisku komputerowym w oparciu o skrypt, konsultacje prowadzącego w trakcie zajęć, raport z wykonania zadania laboratoryjnego).
3. Weryfikacja formalna i wstępna symulacja modelu procesu (2h praca indywidualna na zajęciach na stanowisku komputerowym w oparciu o skrypt, konsultacje prowadzącego w trakcie zajęć, raport z wykonania zadania laboratoryjnego).
4. Symulacja właściwa i analizy biznesowe (2h praca indywidualna na zajęciach na stanowisku komputerowym w oparciu o skrypt, konsultacje prowadzącego w trakcie zajęć, raport z wykonania zadania laboratoryjnego).
5. Modelowanie ryzyk (2h praca indywidualna na zajęciach na stanowisku komputerowym w oparciu o skrypt, konsultacje prowadzącego w trakcie zajęć, raport z wykonania zadania laboratoryjnego).
6. Symulacja efektu domina (2h praca indywidualna na zajęciach na stanowisku komputerowym w oparciu o skrypt, konsultacje prowadzącego w trakcie zajęć, raport z wykonania zadania laboratoryjnego).

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektów uczenia się	symbole efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
	Student		
<b>WIEDZA</b>			
W01	ma wiedzę dotyczącą pozatechnicznych uwarunkowań działalności zawodowej w zakresie projektowania rozwiązań z uwzględnieniem wymagań interesariuszy procesu biznesowego	W_10	test (pytania otwarte i zamknięte)
W02	zna i rozumie zalety i wady podejścia procesowego	W_13	test (pytania otwarte i zamknięte)
W03	zna zasady modelowania procesów biznesowych	W_13	test (pytania otwarte i zamknięte)
W04	zna zasady identyfikowania interesariuszy procesu biznesowego	W_13	test (pytania otwarte i zamknięte)
W05	zna podstawowe zasady i uwarunkowania zarządzania ryzykiem (w tym operacyjnym) w przedsiębiorstwie	W_13	test (pytania otwarte i zamknięte)
W06	zna metody identyfikacji zagrożeń, analizy ryzyka, oceny ryzyka	W_13	test (pytania otwarte i zamknięte)
W07	zna podstawowe wymagania oraz metody projektowania planów ciągłości działania	W_13	test (pytania otwarte i zamknięte)
<b>UMIĘTNOŚCI</b>			
U01	potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty symulacyjne z zakresu badania efektywności procesów biznesowych w obszarze, kosztów i oraz czasu realizacji procesu biznesowego	U_05	raport z prac laboratoryjnych: laboratoria 1-4
U02	potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty symulacyjne z zakresu identyfikacji scenariuszy rozwoju zagrożeń	U_05	raport z prac laboratoryjnych: laboratoria 5-6
U03	potrafi identyfikować interesariuszy procesu biznesowego	U_07	raport z realizacji ćwiczenia 1
U04	potrafi modelować architekturę procesową oraz wykonywać model procesów biznesowych	U_07	raport z realizacji ćwiczeń 2-3
U05	potrafi dokonać oceny istotności procesów biznesowych, wykonać ocenę ryzyka oraz dopasować strategię reakcji na ryzyko	U_07	raport z realizacji ćwiczeń 4-6
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>			
K01	ma świadomość roli podejścia procesowego i analizy ryzyka procesów biznesowych w projektowaniu rozwiązań inżynierskich z zakresu inżynierii internetu rzeczy	K_02	test (pytania otwarte i zamknięte)

## STOSOWANA PROBABILISTYKA

rodzaj zajęć/liczba godzin	wykład	30
	ćwiczenia	-
	laboratorium	-
	projekt	-
	zajęcia zintegrowane (warsztaty)	15
liczba punktów ECTS	3	
status przedmiotu	obowiązkowy	

### Treści kształcenia

#### WYKŁAD

1. **Podstawy rachunku prawdopodobieństwa:** model matematyczny doświadczenia losowego, aksjomatyka Kołmogorowa, przestrzeń probabilistyczna.
2. **Prawdopodobieństwo warunkowe i niezależność zdarzeń:** prawdopodobieństwo warunkowe, twierdzenie o prawdopodobieństwie całkowitym i wzór Bayesa, niezależność zdarzeń.
3. **Zmienne losowe rzeczywiste i ich rozkłady:** zmienne losowe i ich rozkłady, rozkłady dyskretne i ciągłe.
4. **Wielowymiarowe wektory losowe i ich rozkłady:** rozkłady łączne i brzegowe, macierz kowariancji, wielowymiarowy rozkład gaussowski, niezależność zmiennych losowych.
5. **Parametry zmiennych i wektorów losowych:** wartość oczekiwana, wariancja, kowariancja, współczynnik korelacji, mediana, kwantyle.
6. **Twierdzenia graniczne:** prawa wielkich liczb, Centralne Twierdzenie Graniczne dla niezależnych zmiennych losowych o jednakowych rozkładach.
7. **Elementy dyskretnych procesów stochastycznych:** łańcuchy Markowa z czasem dyskretnym, proces Poissona, Markov Chain Monte Carlo (MCMC).
8. **Podstawy wnioskowania statystycznego:** estymacja punktowa i przedziałowa, testowanie hipotez.
9. **Statystyczne modele regresyjne:** regresja liniowa, regresja logistyczna.
10. **Wybrane metody analizy danych:** analiza skupień, metody drzewiaste, klasyfikacja – wiadomości wstępne.

#### ZAJĘCIA ZINTEGROWANE

W ramach zajęć zintegrowanych, obejmujących elementy ćwiczeń, laboratorium i projektu, studenci będą mieli do wykonania zadania praktyczne, ściśle związane z bieżącą problematyką omawianą na wykładzie. Środowiska programistyczne, w których będą realizowane zajęcia zintegrowane to Python oraz R.

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektów uczenia się	symbole efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
	Student		
<b>WIEDZA</b>			
W01	ma wiedzę dotyczącą zmiennych losowych (jedno- i wielowymiarowych), ich rozkładów i ich parametrów	W_03	zajęcia zintegrowane, egzamin
W02	ma wiedzę z zakresu dyskretnych łańcuchów Markowa i procesu Poissona	W_03	zajęcia zintegrowane, egzamin
W03	zna podstawowe pojęcia i metody z zakresu statystyki matematycznej (estymacja przedziałowa, weryfikacja hipotez, regresja liniowa)	W_03	zajęcia zintegrowane, egzamin
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>			
U01	potrafi skonstruować model probabilistyczny do prostego problemu związanego z losowością, a następnie ten problem rozwiązać	U_06	kolokwium, zajęcia zintegrowane, egzamin
U02	potrafi przeprowadzać symulacje stochastyczne	U_06	zajęcia zintegrowane, egzamin
U03	potrafi estymować parametry rozkładów i weryfikować hipotezy statystyczne	U_03 U_06	zajęcia zintegrowane, egzamin
U04	potrafi przygotować materiały dokumentujące realizację zadania projektowego	U_09	zajęcia zintegrowane
U05	potrafi samodzielnie pozyskiwać wiedzę z literatury	U_01	zajęcia zintegrowane, egzamin
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>			
K01	rozumie potrzebę wzbogacania wiedzy przez samokształcenie	K_01	zajęcia zintegrowane, egzamin
K02	docenia znaczenie wiedzy w rozwiązywaniu problemów inżynierskich	K_01	zajęcia zintegrowane, egzamin
K03	ma świadomość konieczności komunikowania się z otoczeniem w sposób zrozumiały dla odbiorcy	K_03	zajęcia zintegrowane, egzamin

## UCZENIE MASZYNOWE

rodzaj zajęć/liczba godzin	wykład	30
	ćwiczenia	-
	laboratorium	-
	projekt	30
	zajęcia zintegrowane (warsztaty)	-
liczba punktów ECTS	4	
status przedmiotu	obowiązkowy	

### Treści kształcenia

#### WYKŁAD

Celem wykładu jest przedstawienie wiadomości dotyczących uczenia maszynowego oraz głębokiego uczenia w kontekście zarówno samej dziedziny, jak i jej zastosowań w przetwarzaniu danych, analizie sygnałów z sensorów, klasyfikacji wzorców, detekcji cech oraz IoT. Zaprezentowane zostaną zarówno podstawy teoretyczne, jak i biblioteki programistyczne, które pozwalają na trening głębokich sieci neuronowych.

W ramach przedmiotu studenci nauczą się podstawowych klasycznych metod analizy skupień oraz klasyfikacji. Będzie to wprowadzeniem do dalszego omówienia zagadnień związanych z sieciami neuronowymi i głębokim uczeniem. W szczególności na przykładzie algorytmu SVM i metod jądrowych przedstawiona zostanie istotność nieliniowości w algorytmach klasyfikacji. Przedstawione zostaną istotne warstwy i budowane z nich popularne architektury sieci neuronowych. Omówiony zostanie proces uczenia modeli, w tym mechanizm wstecznej propagacji wraz z przykładami. Przedstawione zostaną również przykłady i architektury bardziej złożonych sieci neuronowych takie jak np.: ResNet, MobileNet, rozwiązania służące detekcji obiektów na obrazie oraz segmentacji, autoenkodery antagonistyczne oraz powiązane z nimi sieci generatywne, a także sieci rekurencyjne. Studenci po opanowaniu materiału przedstawionego w czasie wykładu będą mieć wiedzę pozwalającą na wybranie metod analizy danych, zaprojektowanie architektury sieci neuronowej dopasowanej do określonych potrzeb, wykonanie implementacji sieci neuronowej w jednej z dwóch omówionych bibliotek, przeprowadzenie treningu sieci oraz przetestowanie jakości jej funkcjonowania.

Treści kształcenia objęte wykładem: algorytmy grupowania; grupowanie k-średnich; grupowanie hierarchiczne; klasyfikator SVM; problemy nieseparowalne liniowo; metody jądrowe; znaczenie nieliniowości w klasyfikacji; drzewa klasyfikacyjne; błędy klasyfikacji; miary skuteczności klasyfikacji; macierz pomyłek; pojęcie neuronu komputerowego; zastosowanie rachunku macierzowego i GPU w neuronie; znaczenie nieliniowości w sieciach neuronowych; neuron komputerowy a neuron biologiczny; biologiczne sieci neuronowe i ich odmiennosc od sieci komputerowych; przepływ informacji w komputerowej sieci neuronowej; definicja neuronu komputerowego wraz z poszczególnymi składowymi; rola i rodzaje funkcji aktywacyjnych; warstwy sieci neuronowych; architektury sieci neuronowych; wprowadzenie do uczenia sieci neuronowych: metoda wyszukiwania minimum funkcji z użyciem gradientu, problem minimów lokalnych; uczenie sieci neuronowych metodą wstecznej propagacji; zastosowanie reguły łańcuchowej; problem zanikającego gradientu, jego związek z funkcją aktywacyjną i połączenia rezydualne; biblioteki programistyczne dedykowane głębokiemu uczeniu – omówienie TensorFlow (<https://www.tensorflow.org/>) oraz PyTorch (<https://pytorch.org/>); zastosowanie głębokiego uczenia do klasyfikacji obrazu; autoenkodery i ich zastosowania; zagadnienie detekcji obiektów w obrazach; zadania segmentacji obiektów; sieci generatywne i ich zastosowania; najnowsze osiągnięcia (w tym modele Stable Diffusion i ChatGPT) oraz wyzwania w obszarze głębokiego uczenia; zastosowania uczenia maszynowego i głębokiego uczenia w IoT.



## PROJEKT

Celem projektu jest zdobycie podstawowych praktycznych umiejętności w stosowaniu algorytmów uczenia maszynowego, w szczególności w praktycznym wykorzystaniu głębokich sieci neuronowych.

W ramach projektu studenci nabędą umiejętności posługiwania się takimi pakietami programistycznymi jak np. Tensorflow lub PyTorch – dwóch bibliotek do głębokiego uczenia najczęściej używanych w rzeczywistych zastosowaniach biznesowych i naukowych. Przedstawione zostanie zarówno prototypowanie z użyciem CPU, jak i wykorzystanie ww. bibliotek z użyciem GPU.

Podczas realizacji projektu studenci zapoznają się praktycznie z najczęściej stosowanymi architekturami sieci neuronowych oraz z tym, jak biblioteki programistyczne używają omawianego na wykładzie mechanizmu wstecznej propagacji.

Do realizacji projektu studenci podzieleni zostaną na 2-3-osobowe zespoły. Każdy zespół otrzyma indywidualny zestaw danych oraz typ głębokiej sieci neuronowej, które należy wykorzystać w projekcie. Projekt obejmuje zaprojektowanie architektury sieci, implementację sieci z użyciem biblioteki Tensorflow, Pytorch lub innej wybranej; trening sieci oraz wykonanie testów pokazujących jakość i charakterystykę modelu (wykorzystanie metod Class Activation Map oraz techniki DeepDream). Wyniki prac będą podsumowane w sprawozdaniu i prezentowane przez studentów w czasie ostatniego terminu zajęć wykładowych (wymagane prezentacje).

Przewidywane są zadania związane z zastosowaniami uczenia maszynowego w systemach IoT – np.:

1. wykrywanie ataków na sieci czujników;
2. przetwarzanie danych z czujników i ich klasyfikacja;
3. wykrywanie anomalii;
4. podejmowanie decyzji sterujących (lub innej aktywności) na podstawie danych zbieranych przez system IoT, itp.

Zrealizowane metody i uzyskane wyniki będą poddawane dyskusji. Zakłada się, że zajęcia projektowe z udziałem prowadzącego to 2 godziny tygodniowo (konsultacje). Będą one realizowane w sposób tradycyjny oraz przy użyciu nowej platformy prowadzenia zajęć opartej na chmurze, jaką jest MS Teams. W tym celu będzie stworzony Zespół przedmiotu i wykorzystane takie funkcjonalności Teams jak: „Zadania”, „Ogłoszenia” (Chat ogólny), „Pliki”, „Notes zajęć”, chat indywidualny oraz – w razie potrzeby – „Spotkania”, czyli połączenia audio/wideo on-line z udostępnianiem okien na pulpicie oraz plików. Do ankiet i rezerwacji będzie wykorzystana platforma Doodle.

### Efekty uczenia się dla przedmiotu

symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektów uczenia się	symbole efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
	Student		
<b>WIEDZA</b>			
W01	ma wiedzę dotyczącą klasycznych metod grupowania i klasyfikacji	W_03 W_04	egzamin pisemny
W02	zna i rozumie miary skuteczności klasyfikacji	W_04	egzamin pisemny
W03	w pogłębionym stopniu zna i rozumie poszczególne składowe neuronu komputerowego	W_03 W_04	egzamin pisemny
W04	zna i rozumie zasady budowania sieci neuronowych	W_03 W_04	egzamin pisemny
W05	w pogłębionym stopniu zna i rozumie metodę wstecznej propagacji	W_04	egzamin pisemny
W06	zna i rozumie metody zapobiegania nadmiernemu dopasowaniu sieci neuronowych do danych	W_04	egzamin pisemny
W07	w pogłębionym stopniu zna i rozumie problem zanikającego gradientu	W_04	egzamin pisemny
W08	zna zastosowanie głębokiego uczenia do klasyfikacji obrazu	W_04	egzamin pisemny
W09	zna zastosowania autoenkoderów	W_04	egzamin pisemny

symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektów uczenia się	symbole efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
	Student		
W10	zna zagadnienia detekcji obiektów w obrazach	W_04	egzamin pisemny
W11	zna i rozumie zastosowania uczenia maszynowego i głębokiego uczenia w IoT	W_01 W_04	egzamin pisemny
W12	zna w praktycznym stopniu bibliotekę programistyczną dedykowaną głębokiemu uczeniu	W_04	zajęcia projektowe
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>			
U01	potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne, prowadzić debatę dotyczącą sieci neuronowych	U_10	zajęcia projektowe
U02	potrafi kierować pracą zespołu programistów oraz współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych dotyczących sieci neuronowych	U_12	zajęcia projektowe
U03	potrafi planować i realizować uczenie się przez całe życie w zakresie nowych bibliotek i środowisk do głębokiego uczenia	U_14	zajęcia projektowe
U04	potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę – formułować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy oraz innowacyjnie wykonywać zadania, także dotyczące innych dziedzin, w nieprzewidywalnych warunkach z zakresu zastosowań sieci neuronowych	U_04 U_06	zajęcia projektowe
U05	potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty określające jakość wytrenowanego modelu sieci neuronowej	U_05	zajęcia projektowe
U06	potrafi projektować – zgodnie z zadaną specyfikacją – oraz tworzyć aplikacje stosujące sieci neuronowe, używając odpowiednio dobranych bibliotek, metod, technik i narzędzi	U_06	zajęcia projektowe
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>			
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 z zakresu sieci neuronowych	K_01	zajęcia projektowe
K02	jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy, przewodzenia grupie twórców sieci neuronowych i ponoszenia odpowiedzialności za nią	K_02	zajęcia projektowe
K03	jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, z uwzględnieniem zmieniających się potrzeb społecznych, w tym: - rozwijania dorobku i etosu zawodu informatyka zajmującego się sieciami neuronowymi, - przestrzegania etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad w projektowaniu, implementowaniu i użytkowaniu sieci neuronowych	K_04	zajęcia projektowe

## BEZPIECZEŃSTWO KOMUNIKACJI BEZPRZEWODOWEJ (PBL1)

rodzaj zajęć/liczba godzin	wykład	-
	ćwiczenia	-
	laboratorium	-
	projekt	60
	zajęcia zintegrowane (warsztaty)	120
liczba punktów ECTS	12	
status przedmiotu	obowiązkowy	

### Treści kształcenia

#### ZAJĘCIA ZINTEGROWANE – WARSZTATY

Zajęcia mają charakter warsztatów, realizowanych cotygodniowo w dwóch blokach po 4 godziny każdy, z bogatą częścią wprowadzającą w dane zagadnienie oraz częścią eksperymentalną, pozwalającą w praktyce zaobserwować omawiane mechanizmy lub zjawiska. Część praktyczna może mieć postać demonstracji lub eksperymentu samodzielnie wykonywanego przez studentów – w zależności od specyfiki danego tematu oraz dostępności specjalistycznego wyposażenia. Warsztaty wprowadzają studentów w zagadnienia przydatne do realizacji zadań projektowych, a tym samym część czasu warsztatów może być poświęcona na realizację projektów semestralnych.

W1: Wprowadzenie do zagadnień cyberbezpieczeństwa radiowego, modelowanie zagrożeń

Specyfika systemów bezprzewodowych w kontekście problematyki cyberbezpieczeństwa. Możliwość powszechnego dostępu do kanału komunikacyjnego i jego konsekwencje – przykłady incydentów. Identyfikacja potencjalnych źródeł zagrożeń. Cyberbezpieczeństwo radiowe w kontekście sieci i urządzeń IoT. Tablica przeznaczeń częstotliwości. Źródła informacji o urządzeniach IoT (np. FCC ID, inżynieria odwrotna). Technika Software Defined Radio – charakterystyka i rola w kontekście bezpieczeństwa systemów bezprzewodowych. Modelowanie zagrożeń: standardy, frameworki, protokoły, stan prawny, kierunki rozwoju.

W2: Podstawowe zagadnienia bezpieczeństwa w sieciach bezprzewodowych

Podstawowe pojęcia związane z bezpieczeństwem: uwierzytelnianie, autoryzacja, integralność danych, poufność danych (szyfrowanie). Podstawowe metody uwierzytelniania w systemach radiowych (np. metoda challenge-response). Algorytmy szyfrujące: strumieniowe i blokowe – przykłady, wady i zalety. Architektury zabezpieczeń: z kluczem prywatnym i kluczem publicznym.

W3: Podstawy komunikacji radiowej

Fale elektromagnetyczne – właściwości propagacyjne, modele propagacji. Obliczanie bilansu łącza. Sygnał radiowy – definicja, miary jakości, cechy charakterystyczne. Podstawowe schematy modulacji analogowych i cyfrowych. Podstawowe problemy związane z przesyłaniem informacji za pomocą sygnału radiowego (np. stosunek sygnał-szum, zniekształcenia, synchronizacja, publiczność przekazu).

W4: Podstawowe narzędzia do testów penetracyjnych w sieciach radiowych IoT

Architektura Zero-IF w systemach SDR. Reprezentacja sygnału radiowego w domenie cyfrowej – sygnał kwadraturowy (IQ). Przykłady dostępnych komercyjnie urządzeń odbiorczych i nadawczo-odbiorczych SDR – przegląd, wady, zalety ze szczególnym uwzględnieniem cech szczególnie ważnych dla badania bezpieczeństwa sieci IoT. Analizator widma. Oprogramowanie do odbioru i analizy sygnałów radiowych, np. Universal Radio Hacker, GNU Radio Companion, Gqrx, SDR#, SDR Console, Audacity. Wizualizacja sygnału w dziedzinie czasu, częstotliwości, czasu-częstotliwości. Parametry widmowe sygnałów różnych standardów, identyfikacja sygnałów.

W5: Odbiór sygnałów radiowych przy użyciu urządzeń SDR

Rekonesans pasywny w sieci bezprzewodowej na przykładzie nasłuchu transmisji radiowych przy użyciu odbiorników SDR oraz ogólnodostępnego oprogramowania. Źródła wiedzy o sygnałach radiowych. Ulot elektromagnetyczny, urządzenia klasy TEMPEST.

**W6: Rekonesans systemu radiowego**

Zagrożenia wynikające z możliwości przechwycenia transmisji, zarejestrowania sygnału, jego analizy/dekodowania i retransmisji. Inżynieria odwrotna protokołów radiowych na przykładzie urządzeń klasy Sub-1GHz. Typowe elementy ramki radiowej (np. preambuła, payload, suma kontrolna). Systemy o stałym i zmiennym kluczu.

**W7: Ingerowanie w działanie systemów radiokomunikacyjnych – nadawanie sygnałów**

Aspekty prawne. Przegląd urządzeń i podzespołów pozwalających wytwarzać sygnały radiowe: dedykowane dla określonych schematów modulacji oraz generatory przebiegów arbitralnych (określanych na podstawie próbek IQ). Odtwarzanie zarejestrowanego sygnału – atak typu replay. Modyfikacja zarejestrowanego sygnału. Ataki typu brute-force, jamming, spoofing, tampering.

**W8: Sieci Wi-Fi / Bluetooth**

Organizacja łączności, charakterystyka komunikacji w warstwie radiowej, techniki zabezpieczeń. Znane podatności, narzędzia i techniki ataku.

**W9: Systemy ZigBee i BLE**

Organizacja łączności, charakterystyka komunikacji w warstwie radiowej, techniki zabezpieczeń. Znane podatności, narzędzia i techniki ataku.

**W10: Systemy łączności dalekiego zasięgu (np. LoRa, GPS, DCF77, publiczne emisje rozsiewcze)**

Organizacja łączności, charakterystyka komunikacji w warstwie radiowej, techniki zabezpieczeń. Właściwości i propagacja fal elektromagnetycznych w różnych zakresach częstotliwości i na dużych dystansach. Modele propagacyjne. Znane podatności, narzędzia i techniki ataku.

**W11: Systemy łączności bliskiego zasięgu (np. RFID, NFC)**

Organizacja łączności, charakterystyka komunikacji w warstwie radiowej, techniki zabezpieczeń. Systemy RFID aktywne i pasywne. Tagi RFID i ich zabezpieczenia. Znane podatności, narzędzia i techniki ataku.

**W12: Podstawy kompatybilności elektromagnetycznej**

Podstawowe mechanizmy wzajemnego oddziaływania na siebie różnych urządzeń elektronicznych za pośrednictwem pól elektromagnetycznych oraz wynikające z tego zagrożenia. Normy prawne.

**W13: Badanie bezpieczeństwa w sieci węzłów bezprzewodowych**

Warsztat poświęcony eksperymentom prowadzonym przez studentów w ramach realizowanych projektów semestralnych, np. analiza bezpieczeństwa sieci zaimplementowanej przez inny zespół, wykorzystanie samodzielnie napisanych narzędzi do analizy wykorzystania wybranych fragmentów widma elektromagnetycznego, itp. – w zależności od realizowanego tematu projektu.

**W14: Bezpieczeństwo IoT – aspekty prawne, moralne i praktyczne.**

Regulacje prawne (w tym planowane regulacje EU) dotyczące bezpieczeństwa urządzeń i systemów IoT. Kwestia ochrony prywatności użytkowników urządzeń IoT, anonimizacja danych, ochrona danych przed podsłuchaniem, szyfrowanie. Nieoczywiste drogi do utraty/zabrania komuś elementów prywatności. Dalsze kierunki rozwoju dla inżynierów bezpieczeństwa IoT, rynek pracy.

**W15 – Seminarium końcowe.**

Seminarium podsumowujące zrealizowane projekty semestralne. Każdy z zespołów prezentuje przygotowane rozwiązanie techniczne oraz uzyskane wyniki ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień bezpieczeństwa, a także prowadzi dyskusję na temat zaproponowanego rozwiązania.

**PROJEKT**

Projekt realizowany jest w zespołach 3-5 osobowych. Cotygodniowe obowiązkowe konsultacje z opiekunami wymiarze 2h, a także konsultacje w laboratorium otwartym – 2h cotygodniowo. Tematy projektów wybierane z listy zaproponowanej przez opiekunów lub proponowane samodzielnie przez studentów.

Zadanie projektowe polega na praktycznym rozwiązaniu wybranego problemu związanego z cyberbezpieczeństwem radiowym. Przykładowe zagadnienia:

1. Sieć skomunikowanych bezprzewodowo węzłów IoT (czujników i elementów wykonawczych) z uwzględnieniem samodzielnej implementacji mechanizmów bezpieczeństwa, takich jak uwierzytelnienie, autoryzacja, zapewnienie integralności i poufności danych. Wykonanie przeglądu bezpieczeństwa sieci.

2. Projekt sensora aktywności systemów bezprzewodowych w paśmie ISM 433 MHz zrealizowany przy użyciu techniki SDR – atak typu side channel, elementy rozpoznania elektromagnetycznego (ang. signals Intelligence – SIGINT).
3. Implementacja sniffera wybranego protokołu radiowego przy użyciu techniki SDR.
4. Implementacja urządzenia ingerującego w działanie wskazanego urządzenia bezprzewodowego (np. własny czujnik do stacji pogodowej, atak typu spoofing).

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektów uczenia się	symbole efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
	Student		
<b>WIEDZA</b>			
W01	zna i rozumie główne kierunki rozwoju urządzeń oraz sposobów łączności w sieciach urządzeń Internetu Rzeczy	W_01	warsztat W1, egzamin
W02	zna przykłady incydentów bezpieczeństwa dotyczących systemów IoT dotyczących rozwiązań sprzętowych oraz łączności bezprzewodowej, rozumie przyczyny ich zaistnienia oraz zna metody wykrywania i zapobiegania	W_05	warsztat W1, egzamin
W03	w pogłębionym stopniu zna i rozumie pojęcia, algorytmy i architektury związane z zapewnieniem bezpieczeństwa systemów telekomunikacyjnych	W_05	warsztat W2, egzamin
W04	w pogłębionym stopniu zna i rozumie zasady wymiany informacji pomiędzy urządzeniami komunikującymi się bezprzewodowo (sposób formowania sygnału radiowego, modulacji, budowy ramki itp.) dla różnych standardów telekomunikacyjnych w kontekście wyszukiwania potencjalnych luk w obszarze cyberbezpieczeństwa	W_05	warsztaty W3, W6-W11, egzamin
W05	w pogłębionym stopniu zna i rozumie możliwości wpływania na nadawany sygnał i działanie nadajnika radiowego i jego podstawowych podzespołów oraz wybranych techniki dostępu i modulacji, a także aspekty prawne dot. transmisji radiowej	W_05	warsztaty W3, W7, egzamin
W06	zna i rozumie procedury bezpieczeństwa stosowane w popularnych standardach komunikacyjnych wykorzystywanych w systemach IoT	W_05	warsztaty W8-W11, egzamin
W07	ma wiedzę dotyczącą metodyki prowadzenia rekonesansu w systemach radiowych, pozwalającą na wykrywanie i analizowanie podatności systemów IoT	W_05	warsztat W6, egzamin
W08	zna podstawowe normy prawne oraz zagadnienia techniczne dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń radiokomunikacyjnych	W_10	warsztat W12, egzamin
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>			
U01	potrafi identyfikować potencjalne wektory ataku, formułować wymagania dotyczące poziomu bezpieczeństwa w projektowanym lub analizowanym systemie bezprzewodowym, a także oceniać istniejące rozwiązania.	U_01 U_02 U_04	warsztaty W8-W11, projekt
U02	potrafi formułować i testować hipotezy odnośnie do bezpieczeństwa danego systemu oraz skuteczności zabezpieczeń	U_03	projekt

symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektów uczenia się	symbole efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
	Student		
U03	potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty polegające na wygenerowaniu zasymulowanych sygnałów radiowych w celu ich wstrzyknięcia do sieci bezprzewodowej oraz potrafi interpretować uzyskane wyniki	U_05	warsztat W7
U04	potrafi dokonać wyboru oraz zastosować właściwe metody, techniki i narzędzia do przeprowadzenia badań bezpieczeństwa sieci urządzeń IoT	U_06	warsztat W4, W6, projekt
U05	potrafi dostrzegać aspekty dotyczące ochrony prywatności użytkowników w trakcie projektowania nowych sieci urządzeń IoT lub analizy istniejących sieci	U_07	warsztat W14
U06	potrafi zaprojektować – zgodnie z zadaną specyfikacją – bezpieczną sieć skomunikowanych bezprzewodowo urządzeń IoT lub własne narzędzie sprzętowo-programowe, które pozwoli badać bezpieczeństwo takiej sieci	U_08	projekt
U07	potrafi przygotować opracowanie i przedstawić prezentację ustną zaproponowanego rozwiązania sieci oraz poprowadzić dyskusję na jego temat	U_09 U_10	warsztat W15, projekt
U08	potrafi pracować indywidualnie oraz współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych; potrafi kierować pracą zespołu	U_12	projekt
U09	potrafi określić kierunki dalszego uczenia się, zaplanować i zrealizować proces samokształcenia, a także ukierunkowywać innych w tym zakresie	U_14	warsztat W14
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>			
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; jest gotów do stałego aktualizowania i wzbogacania posiadanej wiedzy	K_01	projekt

## INTELIĞENTNE OTOCZENIE (PBL2)

rodzaj zajęć/liczba godzin	wykład	-
	ćwiczenia	-
	laboratorium	-
	projekt	60
	zajęcia zintegrowane (warsztaty)	120
liczba punktów ECTS	12	
status przedmiotu	obowiązkowy	

### Treści kształcenia

Przedmiot dotyczy dwóch obszarów. W pierwszym z nich umieszczamy użytkownika, który znajduje się w pewnym otoczeniu. Cechą charakterystyczną otoczenia jest to, że **to ono edukuje użytkownika**. Jest to pewnego rodzaju odmienne, „odwrócone” spojrzenie na inteligentne rozwiązania, które w dużym uproszczeniu starają się „myśleć” obecnie za użytkownika i podejmować za niego decyzje. Funkcje edukacyjne otoczenia są wspomagane za pomocą rozwiązań technicznych, takich jak obiekty Internetu Rzeczy (odczytanie przez użytkownika informacji generowanych przez te obiekty). To otoczenie powinno edukować użytkownika, zmieniać bodźce oraz ich intensywność, a użytkownik powinien podejmować świadomą interakcję z tym otoczeniem za pomocą obiektów Internetu Rzeczy (pozwalających na regulację parametrów). Przykładem tego typu interakcji użytkownika z otoczeniem może być ustalenie komfortu cieplnego w mieszkaniu. W tym przypadku rezygnujemy z pokazywania typowej miary, jaką jest temperatura wyrażona np. w stopniach Celsjusza, zastępując ją miarą zintegrowaną z wydatkiem energetycznym wyrażonym np. w wartości ponoszonych opłat w skali miesiąca. Użytkownik uświadomiony w ten sposób przez inteligentne otoczenie będzie wiedział, jaka jest relacja między jego komfortem cieplnym a ponoszonymi kosztami.

W drugim obszarze umieszczamy pewien **uproszczony model otoczenia oddziałujący na użytkownika**. Model ten składa się z trzech warstw. Do pierwszej warstwy należy zaliczyć przedmioty/rzeczy, które są najbliższe użytkownika. Te rzeczy mogą być (przeważnie są) podłączone do sieci Internet. Rzeczy edukują użytkownika i podnoszą jego świadomość w codziennych obszarach życia. Druga warstwa to bezpośrednia przestrzeń życiowa użytkownika np. mieszkanie, dom, biuro, szkoła. Trzecia warstwa to zbiór połączonych przestrzeni życiowych np. złożony budynek, osiedle, dzielnica, miasto. Każda z tych warstw pełni określoną rolę w życiu świadomego użytkownika. Otoczenie opisane przez te warstwy powinno być funkcjonalne, adekwatne do potrzeb i kosztów i na swój sposób piękne, czyli takie, w którym użytkownik dobrze się czuje, pracuje i odpoczywa.

Przedstawione dwa obszary mają ścisły związek z treściami i zastosowanymi metodami kształcenia. Przedmiot obejmuje dwie formy zajęć, tj. warsztaty i projekt.

Warsztaty są przeznaczone głównie dla studentów kierunku Inżynieria Internetu Rzeczy (w wybranych zajęciach mogą brać udział także studenci innych kierunków). W ramach warsztatów studenci realizują szereg zadań związanych z technicznymi aspektami obiektów Internetu Rzeczy, ale zapoznają się również z tematami z innych obszarów, np. z zagadnieniami projektowania uniwersalnego. Warsztaty odbywają się przez 8 godzin w tygodniu (np. w dwóch 4-godzinnych blokach w dwóch kolejnych dniach) przez 15 tygodni.

Projekt jest natomiast elementem wspólnym dla studentów innych kierunków. W ramach projektu studenci kierunku Internetu Rzeczy połączą siły ze studentami innych kierunków studiów, prowadzonych przez inne wydziały Politechniki Warszawskiej, np. Wydział Architektury, Wydział Geodezji i Kartografii, czy Wydział Transportu. Poniżej przedstawiono koncepcję realizacji projektu przez studentów różnych wydziałów. Koncepcji tej przyświecają dwa założenia:

1. Oferowany jest **obieralny przedmiot ogólnouczelniany** pod nazwą np. „Zarządzanie projektami”, dostępny dla studentów innych kierunków studiów. Studenci ci będą realizowali – wspólnie ze studentami kierunku Inżynieria internetu rzeczy – tylko projektową część przedmiotu Inteligentne Otoczenie. Do ustalenia pozostaje wydział będący właścicielem przedmiotu. Przewiduje się, że przedmiot ten powinien mieć wymiar 4 ECTS oraz jedną formę zajęć, jaką jest projekt. Możliwe jest wykorzystanie w tym celu także przedmiotu

o podobnym charakterze (obowiązkowego lub obieralnego), będącego komponentem programu studiów na innym kierunku studiów.

2. Efekty uczenia się dla takiego przedmiotu mogą być podzbiorem efektów uczenia się dla przedmiotu Inteligentne Otoczenie.

Przykładową relację między treściami zajęć w tak zdefiniowanym przedmiocie i projektem w przedmiocie Inteligentne Otoczenie przedstawiono w tabeli.

Tydzień	„Zarządzenie projektami”	„Inteligentne Otoczenie” – projekt
1	Formowanie zespołów projektowych, zapoznanie się z problemami	
2		
3	Zidentyfikowanie problemu, opracowanie wstępnej koncepcji rozwiązania problemu, projektowanie rozwiązania	
4		
5		
6	Wspólne konsultacje / prezentacja	
7	Metody zarządzania projektami	Realizacja projektu
8	Planowanie budżetu	
9	Startup Development Plan	
10	Możliwości pozyskiwania finansowania	
11	Wspólne konsultacje / prezentacja	
12	Wnioskowanie o granty	Realizacja projektu
13	Opracowanie strategii marketingowej i materiałów promocyjnych	
14	Opracowanie prezentacji produktu	
15	Wspólna prezentacja kończąca projekt	

## PROJEKT

Projekt jest realizowany w interdyscyplinarnych kilkusobowych zespołach (3-5 studentów), w skład których wchodzi studenci różnych kierunków. Skład zespołu projektowego będzie związany z realizowanym tematem. Formuła regularnych spotkań zespołu będzie dwójakiego rodzaju: prezentowanie postępów na forum grupy studenckiej i konsultacje z opiekunem zespołu.

Tematy projektów będą przygotowywane przed rozpoczęciem semestru. Mogą one dotyczyć Wydziału lub Uczelni, ale również mogą być inspirowane zagadnieniami zgłaszanymi przez otoczenie społeczno-gospodarcze. Przykładowe tematy projektów: „Metoda oraz rozwiązanie techniczne rzeczy edukującej użytkownika w zakresie zapewnienia jego komfortu termicznego w całorocznym domku letniskowym”, „Opracowanie rozwiązania technicznego motywującego czasowiczów do oszczędzania energii w ośrodku wypoczynkowym z wykorzystaniem mechanizmów grywalizacji”.

Każdy zespół wraz z opiekunem przygotowuje plan realizacji projektu, podzielony na etapy (występują przynajmniej cztery etapy projektu). Każdy członek zespołu ma określoną funkcję oraz przydzielone zadania. Wykonanie każdego etapu jest potwierdzone napisaniem krótkiego raportu częściowego, zaś raporty częściowe stanowią kolejne rozdziały raportu końcowego. Raport końcowy prezentuje wyniki realizacji całego projektu wraz z wnioskami i podsumowaniem. Każdy ze studentów będzie oceniany indywidualnie (za wykonaną pracę indywidualną) oraz za wyniki pracy zespołu projektowego. Wyraźny podział zadań między członków zespołu jest jednym z zadań projektowych. Ocena zespołu uwzględnia: uzyskane wyniki, współpracę nad poszczególnymi elementami projektu i raportu końcowego oraz spójność tego raportu. Zatwierdzony raport końcowy jest podstawą do wystawienia oceny końcowej.

Realizacja projektu będzie nacechowana elementami pracy badawczej. Studenci będą stawiali kolejne hipotezy („prototypy”), testowali je, a następnie ulepszyli je bądź ponownie formułowali. Zaplanowane etapy nie muszą być realizowane liniowo i możliwe będą nawroty.

Efekty pracy studentów będą archiwizowane na bieżąco w centralnym repozytorium dokumentów np. Gitlab. Projekt będzie prowadzony w formule zespołu rozproszonego z wykorzystaniem narzędzi elektronicznych wspomagającym bieżącą pracę. Z uwagi na rozproszony charakter zespołu, projekt może być prowadzony w znacznej części z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość.



## ZAJĘCIA ZINTEGROWANE – WARSZTATY

Warsztaty jest to forma zajęć, gdzie studenci pracują w zespołach kilkuosobowych (minimum dwuosobowych). Warsztaty odbywają się w formule dwa spotkania po cztery godziny lekcyjne w każdym tygodniu zajęć. Każdy warsztat ma swój temat, przy czym dany temat może być realizowany w więcej niż jednym tygodniu. Studenci w ramach każdego warsztatu (tematu) realizują działania prowadzące do efektu, który jest mierzalny i podlega ocenie częściowej.

W warsztatach biorą udział studenci kierunku Inżynieria Internetu Rzeczy. W określonych warsztatach mogą wziąć udział studenci innych kierunków studiów.

Warsztaty są prowadzone w formie stacjonarnej. Wybrane tematy mogą być prowadzone z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość.

Efekty prac studentów są archiwizowane na bieżąco w centralnym repozytorium dokumentów np. Gitlab.

Tematy warsztatów (każdy temat - 8 godzin zajęć):

Uwaga: poniżej podano tematy warsztatów, które w dużej mierze dotyczą warstwy pierwszej i drugiej w uproszczonym modelu otoczenia. W zależności od realizowanej edycji przedmiotu oraz zakresu realizowanych projektów wybrane tematy warsztatów mogą być dostosowywane do bieżących potrzeb lub rozszerzane na tematy związane z warstwą trzecią. W szczególności tematy dotyczące fuzji danych i modelowania dużych zbiorów danych mogą być omawiane bardziej szczegółowo na konkretnych przykładach.

1. Metodyki prowadzenia projektów – adaptacja do potrzeb przedmiotu Inteligentne Otoczenie, narzędzia, zasady, szablony.
2. Projektowanie uniwersalne. Koncepcje, podejścia. Miniprojekt przykładowej fizycznej rzeczy z najbliższego otoczenia użytkownika. Wykorzystanie oprogramowania komputerowego do przygotowania projektu.
3. Dokończenie miniprojektu. Skonstruowanie makiety/demonstratora np. wydruk na drukarce 3D lub obiekt projekt obiektu cyfrowego. Wystawa w mediach cyfrowych. Zdjęcia wykonanych rzeczy wraz z opisem zostają umieszczone na platformie edukacyjnej. *Częstkowa ocena łączona składająca się z oceny studentów i oceny prowadzącego warsztaty.*
4. Zaprojektowanie i implementacja rzeczy (obiektu Internetu Rzeczy), która będzie miała walor edukujący użytkownika. Burza mózgów dotycząca potencjalnych rozwiązań edukujących użytkownika. Zaplanowanie i przeprowadzenie prostego badania (np. ankietowego lub wywiadu) wśród swojego otoczenia, dotyczącego skutecznej i trwałej metody edukującej użytkownika za pomocą rozwiązań technicznych.
5. Implementacja rozwiązania i rzeczy zaprojektowanej na poprzednich warsztatach.
6. Zaprojektowanie i skonfigurowanie przykładowej instalacji inteligentnego budynku pełniącej określoną funkcję edukacyjną. Rozwiązanie powinno wykorzystywać system integrujący różne technologie, dysponujący interfejsem graficznym oraz umożliwiającym archiwizowanie danych z czujników (np. HomeAssistant).
7. Integracja zaprojektowanej rzeczy z przykładową instalacją inteligentnego budynku. Zaprezentowanie wykonanej rzeczy w postaci prezentacji wraz z wynikami przeprowadzonego badania. Wspólne omówienie wyników i wnioski z przeprowadzonych działań. *Wystawienie oceny częściowej przez prowadzącego warsztaty.*
8. Wykonanie zestawu automatyzacji na przykładowej instalacji inteligentnego budynku. Zajęcia w formie demonstracyjno-dyskusyjnej z naciskiem na porównanie przygotowanych rozwiązań z zakresu automatyzacji z rozwiązaniem, które będzie edukowało użytkownika. *Wystawienie oceny częściowej przygotowanego rozwiązania przez prowadzącego warsztaty.*
9. Zajęcia w formie demonstracyjno-dyskusyjnej poświęcone koncepcjom projektowania funkcji edukacyjnych w warstwie osiedla lub miasta. Przedstawienie głównych koncepcji projektowych. Przygotowanie szkiców (karka i ołówek) prezentujących zaproponowane rozwiązanie przez zespoły projektowe. Prezentacja pomysłów na forum grupy, dyskusja, wystawienie oceny częściowej.
10. Projektowanie funkcjonalnego interfejsu użytkownika z wykorzystaniem aktualnych trendów w tym zakresie oraz propozycji własnych rozwiązań prowadzących do edukowania użytkownika. Interfejs użytkownika będzie przygotowywany w oparciu o przykładową instalację inteligentnego budynku. *Wystawienie oceny częściowej przez prowadzącego warsztaty.*
11. Implementacja interfejsu użytkownika zgodna z przyjętymi założeniami. Prezentacja na forum grupy przyjętych rozwiązań. Wystawienie oceny częściowej.
12. Archiwizacja i analiza danych z czujników przykładowej instalacji inteligentnego budynku z wykorzystaniem narzędzi dedykowanych dla systemów IoT, np. InfluxDB. Konfiguracja przekierowania strumienia danych wraz z ich prezentacją użytkownikowi. Omówienie praktycznych zagadnień związanych z bezpieczeństwem danych.
13. Monitorowanie pracy instalacji inteligentnego budynku. Budowanie dashboardu informacyjnego z użyciem narzędzi cyfrowych, np. Grafana. Prezentacja rozwiązania na forum grupy. Porównanie rezultatów z poprzednich zajęć. *Wystawienie oceny częściowej przez prowadzącego warsztaty.*

14. Analiza danych i eksploracja danych. Przedstawienie i zastosowanie metod na szybkie pozyskanie informacji z dużych zbiorów danych na podstawie testowych lokalnych baz danych. *Wystawienie oceny cząstkowej przez prowadzącego warsztaty.*
15. Wspólna prezentacja końcowa.

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektów uczenia się	symbole efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
Student			
<b>WIEDZA</b>			
W01	zna i rozumie tendencje związane z wykorzystywaniem internetu rzeczy w różnych obszarach zastosowań, także w szerszym, społecznym kontekście	W_01	egzamin warsztat W1, W2, W9
W02	ma wiedzę z zakresu projektowania urbanistycznego, planistycznego i architektonicznego, w tym projektowania uniwersalnego, umożliwiającą formułowanie i rozwiązywanie zadań inżynierskich oraz problemów badawczych o charakterze interdyscyplinarnym, związanych z wykorzystaniem internetu rzeczy w rozwiązaniach dotyczących inteligentnych budynków i przestrzeni publicznych	W_06	egzamin warsztat W2, W9
W03	zna i rozumie procesy zachodzące w cyklu życia systemów internetu rzeczy stanowiących elementy inteligentnych budynków i przestrzeni publicznych	W_07	egzamin warsztat W3-W6
W04	w pogłębionym stopniu zna i rozumie wybrane fakty, teorie i metody, stanowiące zaawansowaną wiedzę z zakresu wybranych zagadnień dotyczących projektowania systemów internetu rzeczy	W_05	egzamin warsztat W7-W9
W05	zna i rozumie metody wykorzystania obiektów internetu rzeczy do skutecznego komunikowania użytkownikowi informacji	W_08	egzamin warsztat W10-W11
W06	ma uporządkowaną wiedzę z zakresu pozyskiwania, archiwizowania, analizy danych pochodzących z instalacji internetu rzeczy za pomocą dedykowanych narzędzi informatycznych	W_05	egzamin warsztat W12-W14
W07	zna i rozumie techniczne i pozatechniczne uwarunkowania związane z procesem formułowania specyfikacji i tworzenia projektów/rozwiązań z zakresu internetu rzeczy, w tym przykładowych projektów realizowanych w otoczeniu społeczno-gospodarczym PW	W_08	projekt
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>			
U01	potrafi pozyskiwać informacje z właściwie dobranych źródeł, dokonywać ich selekcji, krytycznej oceny, analizy i integracji	U_01	projekt
U02	potrafi dokonać krytycznej analizy i oceny rozwiązań z zakresu inżynierii internetu rzeczy w kontekście ich wykorzystania w realizowanym zadaniu projektowym	U_02	projekt
U03	potrafi formułować i testować hipotezy związane z prostymi problemami badawczymi dotyczącymi projektowania i funkcjonowania systemów internetu rzeczy	U_03	projekt

symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektów uczenia się	symbole efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
	Student		
U04	potrafi – przy identyfikowaniu problemów i formułowaniu specyfikacji zadań inżynierskich oraz problemów badawczych dotyczących projektowania systemów internetu rzeczy –współpracować z potencjalnymi użytkownikami projektowanego rozwiązania, w szczególności w celu rozpoznania i kształtowania ich potrzeb oraz realizowania ich wymagań	U_11	projekt warsztat W10-W11
U05	potrafi – przy identyfikowaniu problemów i formułowaniu specyfikacji zadań inżynierskich oraz problemów badawczych związanych z wykorzystaniem internetu rzeczy oraz ich rozwiązywaniu – współpracować ze specjalistami reprezentującymi inne dyscypliny naukowe	U_11	projekt warsztat W8-W9
U06	potrafi – przy identyfikowaniu problemów i formułowaniu specyfikacji zadań inżynierskich oraz problemów badawczych, w tym zadań i problemów złożonych i nietypowych dotyczących projektowania i analizy funkcjonowania systemów internetu rzeczy, oraz ich rozwiązywaniu – wykorzystać, również w sposób innowacyjny, właściwe metody i narzędzia	U_06	projekt warsztat W12-W14
U07	potrafi – przy identyfikowaniu problemów i formułowaniu specyfikacji zadań inżynierskich oraz problemów badawczych związanych z wykorzystaniem internetu rzeczy, a także przy rozwiązywaniu tych zadań i problemów dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne	U_07	projekt
U08	potrafi – zgodnie z zadaną specyfikacją – zaprojektować, zrealizować (przynajmniej częściowo), przetestować i ocenić – ze względu na właściwie dobrany zestaw kryteriów, uwzględniający także aspekty pozatechniczne – rozwiązanie oparte na wykorzystaniu internetu rzeczy, związane przykładowo z inteligentnym budynkiem lub inteligentną przestrzenią publiczną	U_08	projekt warsztat W4-W7
U09	potrafi pracować indywidualnie oraz współdziałać z innymi osobami, także w ramach prac prowadzonych w zespole interdyscyplinarnym; potrafi kierować pracą zespołu	U_12	projekt warsztat W4-W7
U10	potrafi przygotować dokumentację przeprowadzonych badań, analiz i opracowanych rozwiązań	U_09	projekt
U11	potrafi komunikować się w środowisku zawodowym, także ze specjalistami reprezentującymi inne dyscypliny oraz w innych środowiskach; potrafi poprowadzić dyskusję na tematy techniczne, zwłaszcza związane bezpośrednio lub pośrednio z internetem rzeczy i – uczestnicząc w niej – dokonywać ocen przedstawianych rozwiązań i opinii	U_10	projekt warsztat W2-W3, W15
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>			
K01	jest gotów do krytycznej oceny i stałego wzbogacania posiadanej wiedzy oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu; docenia korzyści wynikające ze współpracy specjalistów reprezentujących różne dyscypliny naukowe w rozwiązywaniu problemów o istotnym znaczeniu społecznym	K_01	projekt

symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektów uczenia się	symbole efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
	Student		
K02	ma świadomość ważności i zrozumienie charakteru pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżyniera, w tym ich oddziaływania na środowisko, oraz związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje i działania	K_02	projekt
K03	jest gotów do myślenia i działania w sposób kreatywny i przedsiębiorczy	K_02	projekt

## SIECI INTELIGENTNYCH URZĄDZEŃ

rodzaj zajęć/liczba godzin	wykład	30
	ćwiczenia	-
	laboratorium	-
	projekt	30
	zajęcia zintegrowane (warsztaty)	-
liczba punktów ECTS	4	
status przedmiotu	obowiązkowy	

### Treści kształcenia

#### WYKŁAD

1. Powody powstawania systemów złożonych, ich cechy i klasyfikacja. Zdefiniowanie systemów hybrydowych. Prezentacja ogólnego celu projektu i dyskusja nt. możliwych rozwiązań technicznych w drodze do ich osiągnięcia.
2. Opis formalny algorytmu hybrydowego. Warunki bezpiecznego i skutecznego działania algorytmu. Przykłady algorytmów.
3. Omówienie algorytmów symulacji i prezentacja środowisk symulacyjnych.
4. Technologie zbierania danych z sieci urządzeń i ich przechowywania. Podstawowe etapy tworzenia modeli predykcyjnych i klasyfikacyjnych: weryfikacja i wektoryzacja danych, redukcja wymiarowości, modele statystyczne liniowe.
5. Modele nieliniowe interpretowalne, modele typu czarna skrzynka. Sieci neuronowe spłotowe w przetwarzaniu danych z czujników. Możliwości wykorzystania sieci neuronowych w środowisku symulacyjnym wykorzystywanym w projekcie semestralnym.
6. Wieloagentowe uczenie się ze wzmocnieniem w praktycznych zastosowaniach. Uczenie się współpracy i komunikacji agentów. Uczenie się w sytuacji konfliktowych interesów agentów.
7. Reprezentacja macierzowa sieci. Własności widmowe sieci. Łącuch Markowa. Model De Groota. Podstawowe warunki zbieżności dla sieci z uśrednianiem.
8. Warunki powstawania oscylacji. Szybkość zbiegania układu do rozwiązania. Praktyczne znaczenie skupisk w sieci w osiąganiu rozwiązania. Zbieżność w łańcuchu agentów.
9. Teoria gier, gry w sieciach, gry w polu uśrednionym.
10. Systemy chaotyczne. Systemy ze wspólnym sygnałem koordynującym. Okoliczności stosowania bezpośredniego sterowania urządzeniami.
11. Prezentacja wybranych wyników projektów, nowinek i aktualności z dziedziny oraz własnych prac badawczych.

#### PROJEKT

Projekt polega na skonstruowaniu w środowisku symulacyjnym modelu agenta o złożonej logice interakcji z otoczeniem i złożonej logice działania – np. samochodu autonomicznego podążającego do celu i reagującego na środowisko (inne pojazdy, znaki drogowe, przeszkody). Realizując projekt, studenci doprowadzają do zasymulowania interakcji wielu takich agentów i badają jej skutki w zróżnicowanych warunkach (parametry agentów, topologia tras, zasady i regulacje ruchu).

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektów uczenia się	symbole efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
	Student		
<b>WIEDZA</b>			
W01	zna i rozumie czynniki determinujące rozwój przetwarzania danych w centrum sieci i na jej peryferiach, zna mechanizmy powodujące współpracę oraz antagonizację agentów	W_01 W_05	sprawdzian
W02	zna podstawową systematykę modeli (deskryptywne, predykcyjne, decyzyjne, czarna/biała skrzynka) i proces ich budowy	W_02 W_03	sprawdzian
W03	ma zaawansowaną wiedzę z zakresu formułowania problemów decyzyjnych, które mogą być rozwiązywane w drodze uczenia ze wzmocnieniem, w szczególności problemów typowych dla agentów autonomicznych	W_02 W_03	sprawdzian
W04	ma zaawansowaną wiedzę z zakresu sztucznej inteligencji, obejmującą metody uczenia ze wzmocnieniem wykorzystującego sztuczne sieci neuronowe, w szczególności z zastosowaniem jej do sterowania agentami autonomicznymi	W_04	Sprawdzian, projekt
W05	rozumie charakter konsensusu osiąganego w sieci agentów; potrafi go przewidzieć i na niego wpływać poprzez decyzje projektowe dotyczące struktury sieci	W_05	sprawdzian
W06	ma wiedzę dotyczącą aktualnych możliwości stosowania sieci neuronowych w urządzeniach na brzegu sieci	W_05 W_08	sprawdzian
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>			
U01	potrafi zweryfikować, wykorzystując własny kod źródłowy i gotowe biblioteki, hipotetyczne zależności w danych rzeczywistych	U_03	zadania domowe
U02	potrafi wyspecyfikować wymagania na użyteczność i bezpieczeństwo systemu, z wykorzystaniem wskazanego formalizmu, a także dokonać analizy spełnienia tych wymagań przez algorytm hybrydowy	U_04	zadanie domowe
U03	potrafi poszukiwać najlepszego algorytmu DQN w przestrzeni metaparametrów	U_05	projekt
U04	potrafi sprząć algorytm uczenia ze wzmocnieniem ze środowiskiem symulacyjnym w sposób oryginalny i indywidualny	U_06	projekt
U05	potrafi, dyskutując, uzasadnić przyjęte przez siebie rozwiązanie, powołując się na uzyskane wcześniej wyniki numeryczne	U_10	projekt
U06	potrafi uczestniczyć w pracach zespołowych o charakterze implementacyjnym, eksperymentalnym i dokumentacyjnym	U_12	projekt
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>			
K01	przyjmuje konstruktywną krytykę własnego rozwiązania i poprawia je	K_01	projekt, zadanie domowe
K02	ma świadomość, że niewłaściwie zastosowane rozwiązania inżynierskie prowadzą w sposób nieoczywisty (poprzez egoistyczne, ale racjonalne zachowania jednostek) do systemów działających ułomnie i że inżynier ma środki, aby temu zapobiegać	K_04	Sprawdzian, zadanie domowe

## KOSYNTEZA SPRZĘTOWO-PROGRAMOWA

rodzaj zajęć/liczba godzin	wykład	30
	ćwiczenia	-
	laboratorium	15
	projekt	15
	zajęcia zintegrowane (warsztaty)	-
liczba punktów ECTS	4	
status przedmiotu	obowiązkowy	

### Treści kształcenia

#### WYKŁAD

- Wprowadzenie do kosyntezy sprzętowo-programowej** (2 godz.) Ogólne zagadnienia związane z kosyntezą sprzętowo-programową w kontekście procesu projektowania dla celów IoT.
- Architektury nowoczesnych systemów cyfrowych** (2 godz.) System on a Chip (SoC), Multiprocessor System on a Chip (MPSoC), Network on Chip (NoC).
- Wprowadzenie do SoC** (4 godz.) Wprowadzenie do zagadnień związanych z SOC na przykładzie Xilinx Zynq. Architektura SoC. Proces projektowy. Narzędzia CAD. Interfejsy i protokoły komunikacyjne. Komunikacja między komponentami systemu SoC. Typu interfejsów na przykładzie AMBA AXI. Komunikacja z układami peryferyjnymi.
- Realizacja części sprzętowej** (6 godz.) Modelowanie kombinacyjnych i sekwencyjnych układów cyfrowych z użyciem języka HDL. Projektowania na poziomie RTL z użyciem metodyki ASM. Projektowanie hierarchiczne. Modelowanie RTL. Weryfikacja funkcjonalna. Środowisko cocotb.
- Kosynteza HW/SW** (4 godz.) Akcelerator vs. koprocesor. Podział HW/SW. Interfejs HW/SW. Efektywna komunikacja HW/SW. Interrupts vs. polling. Interfejsy typu Memory Mapped, Stream. Mechanizm DMA. Realizacja przykładowego systemu HW/SW.
- Weryfikacja realizacji HW/SW** (4 godz.) Profilowanie kodu części programowej. Weryfikacja części sprzętowej. Zintegrowane analizatory logiczne ILA. Przykład wykorzystania.
- Synteza HLS** (4 godz.) Proces projektowy na przykładzie Vitis HLS. Modelowanie interfejsów I/O. Sterowanie syntezą. Optymalizacja pętli. Zrównoleganie przetwarzania. Reprezentacja danych, dane typu bit accurate. Optymalizacja opóźnień, przepustowości i zużycia zasobów sprzętowych.
- Studium przypadku (Case Study)** (4 godz.) Demonstracja kosyntezy sprzętowo-programowej na przykładzie systemu SoC testującego prawdziwość hipotezy Collatza-Ulama.

#### LABORATORIUM

Zajęcia laboratoryjne są wprowadzeniem do realizowanego w ramach przedmiotu projektu. Mają one za zadanie zapoznanie studentów z procesem projektowym systemów HW/SW z wykorzystaniem specjalistycznych narzędzi CAD i platform do prototypowania wyposażonych w układy programowalne SoC FPGA. Podzielono je na 3 części tematyczne:

- Zapoznanie z kosyntezą sprzętowo-programową systemów cyfrowych z wykorzystaniem narzędzi CAD. Zaprojektowanie prostego systemu SoC z częścią programową typu *bare-metal* i sprzętową akceleracją wybranego fragmentu aplikacji programowej, przeprowadzenie weryfikacji funkcjonalnej części sprzętowej z użyciem symulatora i uruchomienie systemu na platformie do prototypowania.
- Kosynteza sprzętowo-programowa z wykorzystaniem koncepcji *custom component*. Realizacja części sprzętowej, programowej warstwy HAL (Hardware Abstraction Layer) i ich integracja.
- Kosynteza sprzętowo-programowa z wykorzystaniem HLS.

#### PROJEKT

W ramach projektu zespół 2-3 osobowy będzie miał za zadanie opracować sprzętowo-programową realizację systemu łączącego zagadnienia z obszaru IoT z zagadnieniami z obszarów cyberbezpieczeństwa, DSP (Digital Signal Processing), SDR (Software-Defined Radio), SDN (Software-Defined Networking) itp. Realizacja zadania będzie obejmowała:

- przeprowadzenie analizy literaturowej,
- opracowanie koncepcji rozwiązania,
- opracowanie modelu programowego referencyjnego,
- kosyntezę sprzętowo-programową,

- weryfikację funkcjonalną części programowej i sprzętowej z analizą efektywności,
- realizację systemu z wykorzystaniem platformy wyposażonej w układ SoC FPGA.

Każdy etap zaliczany będzie na podstawie raportu. Istotne będzie prowadzenie dokumentacji projektu oraz przygotowanie prezentacji wyników projektu.

### Efekty uczenia się dla przedmiotu

symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektów uczenia się	symbole efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
	Student		
<b>WIEDZA</b>			
W01	ma wiedzę o zagadnieniach związanych z procesem projektowania i wytwarzania systemów IoT; rozumie korzyści wynikające z właściwej alokacji funkcji realizowanych sprzętowo i programowo	W_05 W_07	laboratorium, projekt
W02	ma podstawową wiedzę o etapach procesu projektowego systemów HW/SW	W_05 W_07	laboratorium, projekt
W03	ma wiedzę o metodach modelowania systemów HW/SW	W_05	laboratorium, projekt
W04	ma wiedzę o zaawansowanych metodach projektowania systemów HW/SW, w tym metodach optymalizacji i ich wpływie i na parametry systemu HW/SW	W_05	laboratorium, projekt
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>			
U01	potrafi przygotować środowisko pracy umożliwiające sprzętowo-programową realizację komponentów systemu IoT oraz analizę ich parametrów	U_05	laboratorium
U02	potrafi opracować koncepcję i realizację systemu HW/SW łączącego zagadnienia z obszaru IoT z zagadnieniami z obszarów cyberbezpieczeństwa, DSP, SDR, SDN, itp.	U_06	laboratorium, projekt
U03	potrafi przeprowadzić weryfikację sprzętowo-programowej realizacji systemu oraz analizę jego efektywności	U_02 U_08	laboratorium, projekt
U04	potrafi przygotować dokumentację sprzętowo-programowej realizacji systemu	U_09	projekt
U05	potrafi pracować indywidualnie i w zespole	U_12	laboratorium, projekt
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>			
K01	rozumie potrzebę stałego aktualizowania i wzbogacania posiadanej wiedzy	K_02	wykład + projekt + laboratorium



## INTERNET RZECZY: NAUKA I PRAKTYKA

przedmiot prowadzony częściowo w języku angielskim:

rodzaj zajęć/liczba godzin	wykład	10
	ćwiczenia	20
	laboratorium	-
	projekt	-
	zajęcia zintegrowane (warsztaty)	-
liczba punktów ECTS	2	
status przedmiotu	obowiązkowy	

### Treści kształcenia

#### WYKŁAD/ĆWICZENIA

Zajęcia będą prowadzone przez zaproszone osoby (potencjalnie różne w każdej edycji/realizacji przedmiotu):

- nauczycieli akademickich PW (także spoza Wydziału),
- przedstawicieli otoczenia społeczno-gospodarczego: firm i instytucji zajmujących się opracowywaniem, wdrażaniem i wykorzystaniem nowoczesnych technologii, w szczególności rozwiązań z zakresu internetu rzeczy.

Celem zajęć jest zapoznanie studentów z

- tendencjami rozwojowymi w obszarze informatyki, telekomunikacji i pokrewnych dyscyplin, w tym osiągnięciami nauki, które mogą mieć istotny wpływ na rozwój internetu rzeczy,
- przykładami nowoczesnych rozwiązań wykorzystujących internet rzeczy w różnych obszarach działalności gospodarczej,
- wyzwaniem – technicznymi i społecznymi - związanymi z rozwojem i korzystaniem z nowoczesnych technologii, w tym internetu rzeczy.

Zajęcia będą miały formułę mieszaną, łączącą elementy wykładu, seminarium i konwersatorium. Oparte będą na wymianie opinii i doświadczeń, a także ćwiczeniach i omówieniu case studies, które pozwolą studentom na praktyczne zastosowanie zdobytej wiedzy i rozwijanie umiejętności krytycznego myślenia. Celem zajęć jest, by po ich zakończeniu, studenci posiadali szerokie i multidyscyplinarne rozeznanie w kwestiach związanych z problematyką omawianą w ramach zajęć, a także potrafili podejmować świadome i odpowiedzialne decyzje dotyczące swojej pracy związanej z projektowaniem, tworzeniem, wdrażaniem i zarządzaniem technologiami. Zdobyta wiedza i umiejętności powinny umożliwić studentom dokonywanie świadomych i odpowiedzialnych społecznie wyborów w ich przyszłej karierze zawodowej.

Poznane zagadnienia mogą służyć także jako inspiracja i potencjalne źródło tematów do projektów realizowanych w ramach innych przedmiotów oraz prac dyplomowych.

Jednym z istotnych elementów przedmiotu jest blok zajęć (prowadzonych w języku angielskim), w ramach którego dokonany zostanie przegląd najistotniejszych współcześnie wyzwań związanych z rozwojem i dostępnością najnowszych technologii informacyjnych, w tym internetu rzeczy oraz ściśle powiązanych z nim technik sztucznej inteligencji uczenia maszynowego. Zajęcia te będą miały na celu przybliżenie studentom kwestii prawnych i etycznych dotyczących prywatności, oraz związanych z bezpieczeństwem, które wiążą się z korzystaniem z technologii internetu rzeczy. Diagnozie poddane zostaną wyzwania, jakie rodzi dostępność tego rodzaju rozwiązań oraz ich bezrefleksyjne wykorzystanie. Omawiane będą m.in. problemy powiązane z nadużyciami technologii, mogących wynikać z działań przestępców, korporacji, organów ścigania, służb wywiadowczych, czy rządów państw. Studenci dyskutować będą o potencjalnych implikacjach dla bezpieczeństwa (osobistego – w przypadku bezpośrednich użytkowników – i powszechnego) związanych z wykorzystaniem danych i informacji pochodzących z urządzeń internetu rzeczy lub wynikających ze sposobów użycia tych urządzeń przez ich posiadaczy. Rozważane będą kwestie etyczne i moralne związane z wykorzystaniem technologii, takie jak „etyka algorytmów”, czy też odpowiedzialność twórców oprogramowania za błędy w napisanym przez nich kodzie, które mogą prowadzić do niebezpiecznych dla użytkowników, czy też społeczeństwa w ogólności nadużyć zaprojektowanych przez nich produktów. Omawiane będą różne modele regulacji i kontroli, które mogą pomóc w zapobieganiu niepożądanym zjawiskom. Poruszana będzie tu m.in. koncepcja Internet Governance i jej wpływ na kształtowanie się globalnej sieci.

Weryfikacja efektów uczenia się będzie miała postać obserwacji i aktywności na zajęciach (np. w formie dyskusji oksfordzkiej) oraz zadań domowych w formie mini-esejów (realizowanych indywidualnie, lub w zespołach). Sugestie tematów podane zostaną w formie otwartej listy (z możliwością zaproponowania przez studentów własnych tematów).

### Efekty uczenia się dla przedmiotu

symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektów uczenia się	symbole efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
Student			
<b>WIEDZA</b>			
W01	zna i rozumie główne tendencje rozwojowe informatyki technicznej i telekomunikacji, także w szerszym, społecznym kontekście	W_01	zadania domowe (mini-eseje), aktywność na zajęciach
W02	w pogłębionym stopniu zna i rozumie wybrane fakty, teorie i metody, stanowiące zaawansowaną wiedzę z zakresu wybranych zagadnień związanych z projektowaniem i funkcjonowaniem systemów internetu rzeczy	W_05 W_07	zadania domowe (mini-eseje), aktywność na zajęciach
W03	rozumie problemy etyczne, prawne i społeczne wynikające z wykorzystania nowoczesnych technologii, w szczególności – internetu rzeczy, i zagrożenia z tym związane	W_09 W_10	zadania domowe (mini-eseje), aktywność na zajęciach
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>			
U01	potrafi ocenić zagrożenia związane z wykorzystaniem nowoczesnych technologii, w szczególności – internetu rzeczy	U_02 U_07	zadania domowe (mini-eseje), aktywność na zajęciach
U02	potrafi posługiwać się językiem angielskim na poziomie przynajmniej B2+, aktywnie uczestnicząc w zajęciach prowadzonych w tym języku	U_13	zadania domowe (mini-eseje w języku angielskim), aktywność na zajęciach
U03	potrafi komunikować się na tematy zawodowe; potrafi prowadzić dyskusję	U_10	aktywność na zajęciach, prowadzenie dyskusji
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>			
K01	jest gotów do stałego aktualizowania i wzbogacania posiadanej wiedzy	K_01	zadania domowe (mini-eseje), aktywność na zajęciach
K02	jest świadom odpowiedzialności twórców systemów internetu rzeczy, w szczególności twórców oprogramowania, za błędy w napisanym przez nich kodzie, które mogą prowadzić do niebezpiecznych nadużyć zaprojektowanych przez nich produktów	K_02	aktywność na zajęciach, udział w dyskusji
K03	jest: lepiej przygotowany do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych – rozwiązywania dylematów pojawiających się w praktyce działalności inżynierskiej i badawczo-rozwojowej związanej z wykorzystaniem nowoczesnych technologii	K_04	aktywność na zajęciach, udział w dyskusji

## METODOLOGICZNE I ETYCZNE PROBLEMY BADAŃ TECHNNAUKOWYCH

Przedmiot prowadzony w języku angielskim

### METHODOLOGICAL AND ETHICAL ISSUES OF TECHNOSCIENTIFIC RESEARCH

rodzaj zajęć/liczba godzin	wykład	20
	ćwiczenia	10
	laboratorium	-
	projekt	-
	zajęcia zintegrowane (warsztaty)	-
liczba punktów ECTS	2	
status przedmiotu	obowiązkowy	

#### Treści kształcenia

##### WYKŁAD

- Podstawowe pojęcia związane z metodologią badań naukowych (2h):
  - o nauka i dyscypliny naukowe,
  - o informacja i wiedza naukowa.
- Modelowanie matematyczne i pomiar (3h):
  - o zasady modelowania matematycznego,
  - o identyfikacja modeli matematycznych,
  - o matematyczny metamodel pomiaru.
- Metoda naukowa i proces badawczy (3h):
  - o pojęcia podstawowe,
  - o naiwna interpretacja metody naukowej i krytyka tej interpretacji,
  - o kontekst odkrycia i kontekst uzasadnienia,
  - o niepewność wiedzy naukowej.
- Elementy metaetyki i etyki ogólnej (2h):
  - o podstawowe pojęcia etyki i metaetyki,
  - o etyka a inne obszary aktywności intelektualnej.
- Etyczne aspekty eksperymentowania (2h):
  - o formułowanie problemu badawczego,
  - o planowanie i przeprowadzanie eksperymentów,
  - o zbieranie i obróbka danych eksperymentalnych.
- Etyczne aspekty procesów informacyjnych w badaniach naukowych (2h):
  - o prowadzenie dyskusji technonaukowej,
  - o ochrona własności intelektualnej,
  - o recenzowanie prac naukowych,
  - o wnioskowanie o środki na badania.
- Etyczne aspekty użytkowania nowych technik (2h):
  - o zarys problematyki etycznej związanej z technikami,
  - o problemy etyczne związane z cyberbezpieczeństwem, sztuczną inteligencją i robotyką.
- Sprawdziany (4h):
  - o Sprawdzian #1 i Sprawdzian #1' dotyczące pierwszej połowy wykładu,
  - o Sprawdzian #2 i Sprawdzian #2' dotyczące drugiej połowy wykładu.

##### ĆWICZENIA

- Sztuka dyskursu metanaukowego (2h),
- Nowoczesne ujęcia metodologii badań technonaukowych (2h),
- Metodologiczne problemy związane z uzasadnieniem naukowym (2h),
- Dylematy etyczne związane z obróbką danych i publikowaniem wyników badań (2h),
- Dylematy etyczne związane z nowymi technikami (2h).

##### LECTURES

- Basic concepts of research methodology (2h):
  - o science and sciences,
  - o scientific information and scientific knowledge.
- Mathematical modelling and measurement (3h):

- principles of mathematical modelling,
- identification of mathematical models,
- mathematical meta-model of measurement.
- Scientific method and research process (3h):
  - basic concepts and approaches,
  - naïve understanding of scientific method and its critics,
  - context of discovery and context of justification,
  - uncertainty of scientific knowledge.
- Elements of meta-ethics and general ethics (2h):
  - basic concepts of ethics and meta-ethics,
  - relation of ethics to other forms of intellectual activity.
- Ethical aspects of key research operations (2h):
  - formulation of a research problem,
  - design and execution of experiments,
  - acquisition and processing of experimental data.
- Ethical aspects of research-related information processes (2h):
  - technoscientific discussion,
  - protection of intellectual property,
  - reviewing process,
  - research grant application.
- Ethical aspects of new technologies (2h):
  - basic approaches of ethical problems related to new technologies,
  - ethical issues related to cybersecurity, AI and robotics.
- Tests (4 h):
  - Class Test #1 and Class Test #1' cover the first half of the contents of lectures.
  - Class Test #2 and Class Test #2' cover the second half of the contents of lectures.

#### TUTORIALS

- Art and science of meta-scientific discourse (2h),
- Modern approaches to research methodology (2h),
- Methodological issues related to scientific justification (2h),
- Ethical dilemmas related to data processing and publication (2h),
- Ethical dilemmas related to new technologies (2h).

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektów uczenia się	symbole efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
	Student		
<b>WIEDZA</b>			
W01	ma podstawową wiedzę dotyczącą: – podstawowych pojęć metodologii badań, – modelowania matematycznego i pomiaru, – metody naukowej i procesu badawczego	W_02 W_03	Sprawdzian #1, Sprawdzian #1'
W02	ma podstawową wiedzę dotyczącą: – podstawowych pojęć etyki i metaetyki, – etycznych aspektów pracy inżyniera, – etycznych aspektów procesów informacyjnych związanych z działalnością badawczo-rozwojową, – etycznych aspektów ochrony własności intelektualnej, – etycznych aspektów wykorzystywania technik informacyjnych w działalności badawczo-rozwojowej	W_09 W_10 W_11	Sprawdzian #2, Sprawdzian #2'
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>			
U01	potrafi: – identyfikować i krytycznie analizować problemy metodologiczne i etyczne związane z działalnością badawczo-rozwojową, – podchodzić metodycznie do dylematów etycznych związanych z działalnością badawczo-rozwojową, – omawiać problemy etyczne związane z działalnością badawczo-rozwojową i bronić własnej postawy etycznej	U_01 U_02 U_09 U_10	weryfikacja podczas animacji dyskusji i udziału w dyskusjach animowanych przez innych studentów
U02	potrafi porozumiewać się w języku angielskim, w szczególności na temat metodologicznych i etycznych problemów badań technonaukowych	U_13	weryfikacja na sprawdzianach a także podczas animacji dyskusji i udziału w dyskusjach animowanych przez innych studentów
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>			
K01	jest: – bardziej wrażliwy na wartości moralne związane z działalnością badawczo-rozwojową, – lepiej przygotowany do podejmowania odpowiedzialności za działalność badawczo-rozwojową, – lepiej przygotowany do rozwiązywania dylematów etycznych pojawiających się w praktyce badawczo-rozwojowej, – bieglejszy w kształtowaniu indywidualnej postawy etycznej w odniesieniu do działalności badawczo-rozwojowej, – bardziej skłonny do systematycznej refleksji nad etycznymi aspektami życia codziennego	K_01 K_02 K_03 K_04	weryfikacja podczas animacji dyskusji i udziału w dyskusjach animowanych przez innych studentów

## SEMINARIUM DYPLOMOWE

rodzaj zajęć/liczba godzin	wykład	0
	ćwiczenia	30
	laboratorium	0
	projekt	0
	zajęcia zintegrowane (warsztaty)	0
liczba punktów ECTS	2	
status przedmiotu	obowiązkowy	

### Treści kształcenia

Tematyka zajęć prowadzonych w formie seminaryjnej obejmuje szerokie spektrum zagadnień dotyczących inżynierii internetu rzeczy, związanych z tematyką prac dyplomowych aktualnie realizowanych przez studentów.

Oprócz przedstawienia prezentacji związanej z tematyką pracy dyplomowej student musi:

- poprowadzić dyskusję na temat prezentacji przedstawionej przez innego studenta,
- przygotować tekst mający charakter komunikatu naukowego dotyczący zagadnienia będącego przedmiotem pracy dyplomowej,
- przygotować rozszerzone streszczenie tego tekstu w języku angielskim.

### Efekty uczenia się dla przedmiotu

symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektów uczenia się	symbole efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
Student			
<b>WIEDZA</b>			
W01	zna tendencje rozwojowe informatyki technicznej i telekomunikacji, w szczególności mające wpływ na rozwój inżynierii internetu rzeczy	W_01	udział w dyskusji
W02	zna i rozumie wybrane fakty, teorie i metody, stanowiące zaawansowaną wiedzę z zakresu wybranych aspektów inżynierii internetu rzeczy	W_05	udział w dyskusji
<b>UMIĘJĘTNOŚCI</b>			
U01	potrafi przygotować i przedstawić prezentację ustną dotyczącą zagadnień z zakresu inżynierii internetu rzeczy	U_10	prezentacja
U02	potrafi przygotować tekst o charakterze naukowym dotyczący zagadnień z zakresu inżynierii internetu rzeczy oraz rozszerzone streszczenie tego tekstu w języku angielskim	U_09 U_13	komunikat naukowy
U03	potrafi komunikować się na tematy zawodowe; potrafi prowadzić dyskusję	U_10	udział w dyskusji, prowadzenie dyskusji
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>			
K01	jest gotów do krytycznej oceny odbieranych treści	K_01	udział w dyskusji, prowadzenie dyskusji
K02	jest gotów do stałego aktualizowania i wzbogacania posiadanej wiedzy	K_01	udział w dyskusji
K03	jest gotów do formułowania i przekazywania informacji związanych z inżynierią internetu rzeczy; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje w sposób zrozumiały	K_02	prezentacja, udział w dyskusji

**CYKL RZEDMIOTÓW ZWIĄZANYCH Z PROWADZENIEM BADAŃ I PRZYGOTOWANIEM PRACY DYPLOMOWEJ**

- PRACOWNIA PROBLEMOWA
- PRACOWNIA DYPLOMOWA
- PRZYGOTOWANIE PRACY DYPLOMOWEJ
- REDAKCJA I EDYCJA PRACY DYPLOMOWEJ

rodzaj zajęć/liczba godzin	zajęcia prowadzone indywidualnie, niewidoczne w planie studiów	0
liczba punktów ECTS	PRACOWNIA PROBLEMOWA	2
	PRACOWNIA DYPLOMOWA	6
	PRZYGOTOWANIE PRACY DYPLOMOWEJ	20
	REDAKCJA I EDYCJA PRACY DYPLOMOWEJ	0
status przedmiotu	obowiązkowy	

**Treści kształcenia**

Zajęcia realizowane indywidualnie pod opieką promotora pracy dyplomowej obejmują wybrane aspekty spośród szerokiego spektrum zagadnień dotyczących cyberbezpieczeństwa, związane z tematyką pracy dyplomowej realizowanej przez studenta.

Zajęcia – oprócz pracy realizowanej przez studenta poza Uczelnią – obejmują:

- konsultacje z promotorem pracy dyplomowej i innymi nauczycielami akademickimi,
- badania prowadzone na Uczelni z wykorzystaniem specjalistycznej aparatury lub oprogramowania, realizowane pod nadzorem promotora lub innej osoby upoważnionej do prowadzenia tego typu zajęć.

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektów uczenia się	symbole efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
	Student		
<b>WIEDZA</b>			
W01	w pogłębionym stopniu zna i rozumie wybrane fakty, teorie i metody, stanowiące zaawansowaną wiedzę z zakresu wybranych aspektów inżynierii internetu rzeczy związanych z tematyką pracy dyplomowej	W_05	sprawozdania z pracowni, praca dyplomowa
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>			
U01	potrafi pozyskiwać informacje z właściwie dobranych źródeł, dokonywać ich krytycznej oceny, analizy, syntezy i twórczej interpretacji, wyciągać wnioski i wyczerpująco je uzasadniać	U_01	konsultacje z promotorem, sprawozdania z pracowni, praca dyplomowa
U02	potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty/badania z zakresu inżynierii internetu rzeczy interpretować uzyskane wyniki	U_05	konsultacje z promotorem, sprawozdania z pracowni, praca dyplomowa
U03	potrafi formułować i testować hipotezy związane z prostymi problemami badawczymi dotyczącymi internetu rzeczy	U_03	sprawozdania z pracowni, praca dyplomowa
U04	potrafi sformułować specyfikację złożonego zadania dotyczącego inżynierii internetu rzeczy	U_06	konsultacje z promotorem, sprawozdania z pracowni, praca dyplomowa

symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektów uczenia się	symbole efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
	Student		
U05	potrafi zaprojektować – zgodnie z zadaną specyfikacją, używając właściwie dobranych metod i narzędzi – rozwiązanie zawierające elementy innowacyjności, z zakresu inżynierii internetu rzeczy, a także zweryfikować jego poprawność	U_08	praca dyplomowa, obrona pracy dyplomowej podczas egzaminu dyplomowego
U06	potrafi – w pracy badawczej oraz przy rozwiązywaniu zadania z zakresu inżynierii internetu rzeczy – zastosować właściwie wybrane metody (analityczne, symulacyjne lub eksperymentalne), techniki i narzędzia oraz, jeśli zachodzi taka potrzeba, odpowiednio przystosować istniejące lub opracować nowe metody i narzędzia	U_06	konsultacje z promotorem, sprawozdania z pracowni, praca dyplomowa, obrona pracy dyplomowej podczas egzaminu dyplomowego
U07	potrafi przygotować opracowanie i przedstawić prezentację ustną, dotyczącą zagadnień z zakresu inżynierii internetu rzeczy	U_09 U_10	sprawozdania z pracowni, praca dyplomowa, obrona pracy dyplomowej podczas egzaminu dyplomowego
U08	potrafi zaplanować i zrealizować proces samokształcenia	U_12 U_14	praca dyplomowa
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>			
K01	jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści oraz do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu; jest gotów do stałego aktualizowania i wzbogacania posiadanej wiedzy	K_01	konsultacje z promotorem i innymi nauczycielami akademickimi, praca dyplomowa, obrona pracy dyplomowej podczas egzaminu dyplomowego