

Program studiów

# Inżynieria i analiza danych drugiego stopnia

Profil studiów: praktyczny



## 1. Podstawowe informacje o kierunku

Nazwa kierunku studiów	<b>Inżynieria i analiza danych</b>
Poziom studiów	<b>drugiego stopnia</b>
Profil studiów	<b>praktyczny</b>

Nazwa dyscypliny wiodącej, w ramach której uzyskiwana jest ponad połowa efektów uczenia się wraz z określeniem procentowego udziału liczby punktów ECTS dla dyscypliny wiodącej w ogólnej liczbie punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na kierunku

Nazwa dyscypliny wiodącej	Udział
<b>matematyka</b>	<b>69 %</b>

Nazwy pozostałych dyscyplin wraz z określeniem procentowego udziału liczby punktów ECTS dla pozostałych dyscyplin w ogólnej liczbie punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na kierunku

Nazwa dyscypliny	Udział
<b>informatyka</b>	<b>31 %</b>

Liczba semestrów	studia stacjonarne: <b>3</b>
Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów	<b>90</b>
Łączna liczba godzin zajęć (wraz z praktyką)	<b>1360</b>
Wymagania wstępne - rekrutacja	wymagania corocznie określone przez Senat PRZ
Po ukończeniu studiów absolwent uzyskuje tytuł zawodowy	magister inżynier
Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia	<p>Studia II stopnia na kierunku inżynieria i analiza danych dostarczają poszerzonej wiedzy praktycznej w obszarze zastosowań zaawansowanych metod inżynierii i analizy danych, z naciskiem na aspekt praktyczny. Jest ona podbudowana od strony teoretycznej na wiedzy płynącej z zaawansowanych metod matematyki wyższej oraz na wiedzy praktycznej związanej z automatyzacją realizacji procesów przetwarzania danych bazując na trendach rozwojowych i najistotniejszych, bieżących osiągnięciach w informatyce. Studia pozwalają nabyć umiejętność praktycznego stosowania zaawansowanych metod i technik analizy w różnych obszarach, m.in. Przemysł 4.0, zarządzanie projektami, zarządzanie ryzykiem, cyberbezpieczeństwo, wspierając je metodami matematycznymi i algorytmami inżynierii systemów informatycznych. Absolwenci kierunku studiów inżynieria i analiza danych będą posiadali pogłębioną wiedzę matematyczną, informatyczną i techniczną oraz umiejętność stosowania zdobytej wiedzy w praktyce. Będą przygotowani do wdrażania nowoczesnych, złożonych rozwiązań z zakresu inżynierii i analizy danych, projektowania narzędzi oraz architektur systemów przetwarzających duże zbiory danych, praktycznej realizacji projektów wymagających stosowania różnych metod analizy. Ponadto będą znali kanoniczne metody sztucznej inteligencji czy uczenia maszynowego służące do eksploracji danych (w tym: dużych zbiorów danych), będą potrafili opisywać, projektować i prezentować wyniki swoich obliczeń znając zaawansowane zagadnienia wizualizacji danych. Jednocześnie będą potrafili stosować zaawansowane metody matematyczne i/lub tworzyć narzędzia informatyczne, do pozyskiwania, gromadzenia i przetwarzania danych, przeprowadzania analizy statystycznej i numerycznej danych, modelowania, rozwiązywania postawionych problemów, wnioskowania i wizualizacji wyników. Absolwenci kierunku będą posiadali wiedzę dotyczącą rodzajów danych i ich analizy w wybranych obszarach gospodarczych i społecznych oraz wiedzę na temat społecznych skutków gromadzenia, przechowywania i analizy danych. Będą także charakteryzować się umiejętnościami dobrej organizacji pracy indywidualnej i zespołowej działając w sposób twórczy i przedsiębiorczy. Będą w pełni przygotowani do pracy analityka danych, świadomi zasad bezpieczeństwa i ochrony danych, umiejący dokonać oceny szans i ryzyka podejmowanych działań oraz do badania trendów rynkowych w różnych sektorach gospodarki. Dzięki tym umiejętnościom absolwenci kierunku inżynieria i analiza danych znajdą zatrudnienie w firmach ze wszystkich branż i dziedzin gospodarki, gdzie aspekt analizy danych jest jednym z kluczowych elementów sukcesu biznesowego oraz w instytucjach administracji publicznej, instytucjach finansowych i ośrodkach informatycznych wykorzystujących zaawansowane rozwiązania IT.</p>

## 2. Efekty uczenia się

Symbol	Treść	Odniesienia do PRK
K_W01	Posiada pogłębioną, podbudowaną teoretycznie wiedzę matematyczną, w szczególności z zakresu analizy, algebry, analizy kombinatorycznej, metod numerycznych, matematyki dyskretniej, statystyki.	<b>P7S_WG</b>
K_W02	Wie jak zastosować wiedzę matematyczną do rozwiązywania problemów inżynierskich związanych z gromadzeniem i przetwarzaniem danych.	<b>P7S_WG</b>

K_W03	Zna metodologię przetwarzania i analizy danych oraz wybrane metody matematyczne i statystyczne wspierające ten proces.	P7S_WG
K_W04	Zna wybrane pakiety oprogramowania służące do obliczeń symbolicznych i numerycznych, niezbędne do modelowania i rozwiązywania zaawansowanych problemów inżynierskich z zakresu analizy danych.	P7S_WG
K_W05	Posiada pogłębioną uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną w zakresie informatyki, a w szczególności języków skryptowych, obiektowych i funkcyjnych.	P7S_WG
K_W06	Zna zaawansowane metody, techniki i narzędzia, stosowane przy rozwiązywaniu zadań informatycznych z zakresu algorytmiki, planowania struktur danych oraz dostępu podstawowych zasobów obliczeniowych (RAM, liczba rdzeni procesora, CPU, GPU).	P7S_WG
K_W07	Zna narzędzia dedykowane przetwarzaniu danych z wykorzystaniem silników kart graficznych GPU, w szczególności środowisko CUDA.	P7S_WG
K_W08	Zna na poziomie eksperckim język Python w zastosowaniu do analizy danych oraz sztucznej inteligencji.	P7S_WG
K_W09	Zna podstawowe aspekty standardu cyklu życia projektów ICT-ITIL v4.	P7S_WG
K_W10	Posiada zaawansowaną wiedzę matematyczną z obszaru metod eksploracji danych.	P7S_WG
K_W11	Zna popularne narzędzia służące do analizy danych, analiz statystycznych i wizualizacji danych.	P7S_WG
K_W12	Posiada wiedzę z zakresu języka angielskiego na poziomie zaawansowanym oraz specjalistycznego słownictwa matematycznego i informatycznego.	P7S_WG
K_W13	Posiada wiedzę z zakresu funkcjonowania zakładu pracy; wiedzę o strukturze organizacyjnej i strukturze zarządzania, powiązaniach pomiędzy komórkami organizacyjnymi zakładu pracy oraz powiązaniach z otoczeniem zewnętrznym.	P7S_WK
K_W14	Posiada wiedzę z zakresu społecznych skutków gromadzenia, przechowywania i analizy danych.	P7S_WK
K_W15	Posiada wiedzę dotyczącą rodzajów danych i ich analizy w wybranych obszarach gospodarczych i społecznych w szczególności w przemyśle, medycynie, ekonomii.	P7S_WK
K_W16	Posiada wiedzę z zakresu zarządzania projektami i ryzykiem.	P7S_WK
K_W17	Posiada wiedzę dotyczącą wybranych zagadnień z historii rozwoju nauki.	P7S_WK
K_U01	Potrąfi rozwiązywać analitycznie problemy z zakresu matematyki zaawansowanej w szczególności analizy, algebry, analizy kombinatorycznej, matematyki dyskretnej i statystyki.	P7S_UW
K_U02	Potrąfi, przy użyciu stosownego oprogramowania, rozwiązywać zadania praktyczne z zakresu analizy, algebry, metod numerycznych, matematyki dyskretnej, analizy kombinatorycznej.	P7S_UW
K_U03	Potrąfi, przy użyciu stosownego oprogramowania, weryfikować hipotezy, przeprowadzać wnioskowanie statystyczne oraz tworzyć modele właściwe dla badanego zjawiska.	P7S_UW
K_U04	Potrąfi wykorzystać wiedzę matematyczną do optymalizacji rozwiązań zarówno sprzętowych, jak i programowych; potrąfi wykorzystać metody analityczne i eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań informatycznych oraz zadań związanych z gromadzeniem i przetwarzaniem danych.	P7S_UW
K_U05	Potrąfi wykorzystać nabytą wiedzę matematyczną oraz metody i narzędzia informatyczne, do opisu procesów, tworzenia i analizowania modeli, zapisu algorytmów oraz innych działań z zakresu przetwarzania i analizy danych, potrąfi dostrzegać aspekty systemowe i pozatechniczne podejmowanych działań w obszarze teleinformatyki i analizy danych.	P7S_UW
K_U06	Potrąfi pozyskiwać informacje oraz dane z literatury, hurtowni i baz danych oraz innych źródeł (w tym anglojęzycznych), a także integrować je, dokonywać ich interpretacji, wizualizacji oraz wyciągać wnioski i formułować opinie.	P7S_UW
K_U07	Potrąfi zaplanować i przeprowadzić eksperymenty (w tym eksperymenty obliczeniowe i symulacje komputerowe), a następnie wizualizować, interpretować otrzymane wyniki i wyciągać wnioski.	P7S_UW
K_U08	Posiada umiejętność formułowania algorytmów i ich programowania z użyciem popularnych narzędzi informatycznych i języków programowania, potrąfi zastosować metody algorytmiczne i algorytmy do rozwiązywania zagadnień praktycznych.	P7S_UW
K_U09	Potrąfi ocenić przydatność metod, technik oraz narzędzi matematycznych i informatycznych oraz wybrać i zastosować właściwą metodę i narzędzia do typowych zadań związanych z gromadzeniem, przetwarzaniem i analizą danych.	P7S_UW
K_U10	Potrąfi zaproponować rozwiązanie złożonego problemu z zakresu analizy danych, z wykorzystaniem popularnych, gotowych bibliotek programistycznych.	P7S_UW
K_U11	Myśli w sposób analityczny i naukowy; stara się rozwiązać problemy z zakresu analizy danych stosując różną metodologię oraz dobierając odpowiednio dostępne narzędzia.	P7S_UW
K_U12	Zna i potrąfi trafnie diagnozować wybrane aspekty z obszaru cyberbezpieczeństwa, przetwarzania danych oraz szeroko pojętych systemów teleinformatycznych.	P7S_UW
K_U13	Umie zarządzać projektem teleinformatycznym w przynajmniej dwóch różnych metodologiach, a także identyfikować, szacować i do pewnego stopnia adresować ryzyko w projekcie teleinformatycznym.	P7S_UW
K_U14	Potrąfi, przy formułowaniu oraz rozwiązywaniu problemów z zakresu gromadzenia, przechowywania, przetwarzania i analizy danych, dostrzegać ich aspekty społeczne gospodarcze i ekonomiczne.	P7S_UW
K_U15	Zna i potrąfi wykorzystać zasady bezpieczeństwa obowiązujące w zakładach pracy (miejscach odbywania praktyk).	P7S_UW
K_U16	Posiada umiejętności realizacji złożonych zadań związanych z funkcjonowaniem zakładów pracy, przy wykorzystaniu współczesnych metod i narzędzi (np. umiejętność przeprowadzenia odpowiednich analiz i wykorzystania w tym celu stosownego oprogramowania), także nabyte przez staże lub praktyki.	P7S_UW
K_U17	Potrąfi posługiwać się językiem obcym (np. językiem angielskim) na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego oraz specjalistyczną terminologią.	P7S_UK
K_U18	Potrąfi posługiwać się technikami wizualizacji danych tak, aby móc raportować wyniki analizy danych przed różnego typu audytorium.	P7S_UK
K_U19	Potrąfi pracować w zespole, planować i organizować pracę indywidualną oraz zespołową, kierować zespołem, brać udział w dyskusjach w celu pogłębienia, doprecyzowania tematu oraz rozwiązania problemu.	P7S_UK P7S_UO
K_U20	Posiada umiejętność samokształcenia się; potrąfi zaplanować i zrealizować proces uczenia się; potrąfi zachęcić i zaangażować w proces uczenia się osoby w swoim kręgu.	P7S_UU
K_K01	Rozumie potrzebę i zna możliwości dalszego doksztalcania się oraz podnoszenia kwalifikacji zawodowych, osobistych i społecznych; potrąfi krytycznie ocenić posiadaną wiedzę.	P7S_KK

K_K02	Myśli twórczo; potrafi działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	P7S_KK P7S_KO
K_K03	Potrafi zadbać o jakość i staranność wykonywanych zadań oraz poprawność językową formułowanych wniosków i opinii.	P7S_KO
K_K04	Jest odpowiedzialny za pracę własną i skutki podejmowanych decyzji, potrafi podporządkować się zasadom pracy w grupie w roli lidera i członka zespołu; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób; jest odpowiedzialny za wspólnie realizowane zadania.	P7S_KO P7S_KR
K_K05	Potrafi wykazać się skutecznością w organizacji i realizacji projektów o charakterze społecznym, naukowo-badawczym lub programistyczno-wdrożeniowym, wchodzących w program studiów lub realizowanych poza studiami.	P7S_KO P7S_KR
K_K06	Przestrzega, podtrzymuje i rozwija zasady prawa, etyki i tradycji zawodowych oraz zwraca uwagę na przestrzeganie i rozwijanie tych zasad przez innych.	P7S_KO P7S_KR

Opis efektów uczenia się zawiera efekty uczenia się, o których mowa w ustawie z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji i uwzględnienia uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia określone w tej ustawie oraz charakterystyki drugiego stopnia określone w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 3 tej ustawy, natomiast w przypadku kierunku studiów kończącego się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera – pełen zakres efektów umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich..

Szczegółowe informacje o:

1. związkach efektów uczenia się z efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach;
2. kluczowych kierunkowych efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, z ukazaniem ich związku z dyscypliną/dyscyplinami, do której/których kierunek jest przyporządkowany;
3. rozwinięciu kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
4. efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, w przypadku kierunków studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera/magistra inżyniera;

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych na stronie internetowej wydziału. Karty modułów zajęć stanowią integralną część programu studiów.

### 3. Wykaz zajęć, parametry programu studiów, metody weryfikacji efektów uczenia się oraz treści programowe

#### 3.1 Wykaz zajęć

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZH	Aspekty społeczne gromadzenia i analizy danych	15	0	0	0	15	2	N	
1	FD	Elementy algebry abstrakcyjnej i teorii liczb	30	30	0	0	60	4	T	
1	FF	Informatyka kwantowa	15	15	0	0	30	2	N	
1	FD	Metody matematyki dyskretnej w analizie danych	15	15	15	0	45	3	N	
1	FB	Metody probabilistyczne w analizie ryzyka	30	30	15	0	75	4	T	
1	ES	Polityka cyberbezpieczeństwa danych	15	0	0	30	45	3	N	
1	FB	Pracownia problemowa I	0	0	0	15	15	3	N	
1	ES	Przedmiot wybieralny I	15	0	15	15	45	3	N	
1	FD	Wybrane zagadnienia matematyki wyższej po angielsku	0	15	0	15	30	2	N	
1	ES	Zaawansowane metody eksploracji danych	20	0	25	15	60	4	T	
<b>Sumy za semestr: 1</b>			<b>155</b>	<b>105</b>	<b>70</b>	<b>90</b>	<b>420</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
2	MT	Analiza danych przemysłowych	15	0	15	0	30	2	N	
2	FD	Analizy statystyczne	30	0	30	0	60	3	N	
2	FB	Drzewa decyzyjne	15	0	15	0	30	2	N	
2	ES	Język Python w analizie danych	20	0	15	15	50	4	T	
2	ES	Pracownia problemowa II	0	0	0	15	15	2	N	
2	FX	Przedmiot wybieralny II	15	0	0	15	30	3	N	
2	FD	Seminarium dyplomowe I	0	30	0	0	30	2	N	
2	FM	Statystyka wielowymiarowa	30	15	15	0	60	4	T	
2	ES	Wybrane zagadnienia informatyki po angielsku	0	15	0	15	30	2	N	
2	ES	Wyzwania technologiczne Przemysłu 4.0	15	0	15	15	45	3	N	
2	ES	Zarządzanie projektami i ryzykiem	20	15	0	15	50	3	T	
<b>Sumy za semestr: 2</b>			<b>160</b>	<b>75</b>	<b>105</b>	<b>90</b>	<b>430</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
3	ZF	Analiza danych finansowych	15	0	30	0	45	2	N	
3	FD	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	8	N	
3	FB	Praktyka zawodowa	0	0	0	0	0	15	N	
3	FD	Seminarium dyplomowe II	0	30	0	0	30	2	N	

3	FF	Zastosowania sztucznej inteligencji w analizie danych medycznych	30	0	30	15	75	3	T	
<b>Sumy za semestr: 3</b>			<b>45</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>15</b>	<b>150</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b>			<b>360</b>	<b>210</b>	<b>235</b>	<b>195</b>	<b>1000</b>	<b>90</b>	<b>7</b>	<b>0</b>

Uwaga, niezaliczenie zajęć oznaczonych czerwoną flagą uniemożliwia dokonanie wpisu na kolejny semestr (nawet wówczas gdy sumaryczna liczba punktów ECTS jest mniejsza niż dług dopuszczalny), są to zajęcia kontynuowane w następnym semestrze lub zajęcia, w których nieosiągnięcie wszystkich zakładanych efektów uczenia się nie pozwala na kontynuowanie studiów w innych zajęciach objętych programem studiów następnego semestru.

### 3.2 Przedmioty wybierane w ramach programu studiów, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ES	Przedmiot wybieralny I - Organizacja procesów obliczeniowych	15	0	15	15	45	3	N	
1	ES	Przedmiot wybieralny I - Techniki wirtualnej rzeczywistości	15	0	15	15	45	3	N	
2	ES	Przedmiot wybieralny II - Historia idei i odkryć naukowych	15	0	0	15	30	3	N	
2	FM	Przedmiot wybieralny II - Historia matematyki	15	0	0	15	30	3	N	

### 3.2 Parametry programu studiów i metody weryfikacji efektów uczenia się

#### Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	55 ECTS
Łączna 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 odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	5 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne.	54 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	42 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	15 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	360 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	4 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	--

#### Metody weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału. Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się znajdują się w tabeli poniżej.

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	7
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	7
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	0
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	11
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	0
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	146
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	19
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	16
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	12
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	42
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	12
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	5
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	19
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	12

Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	159
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu	8
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych	44

### 3.3 Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają aktualną wiedzę i jej zastosowania z zakresu dyscypliny lub dyscyplin, do których kierunek jest przyporządkowany, normy i zasady, a także aktualny stan praktyki w obszarach działalności zawodowej/gospodarczej oraz zawodowego rynku pracy właściwych dla kierunku. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych na stronie internetowej wydziału. Karty przedmiotów stanowią integralną część programu studiów.

Analiza danych finansowych	K_W14, K_W15, K_U11, K_U14, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zasady rachunkowości przedsiębiorstw</li> <li>Sprawozdanie finansowe. Bilans, rachunek zysków i strat, rachunek przepływów pieniężnych, zestawienie zmian w kapitałach własnych</li> <li>Analiza pionowa i pozioma sprawozdania finansowego. Analiza wskaźnikowa. Zyskowość, zadłużenie, płynność finansowa, sprawność działania</li> <li>Funkcje dyskryminacyjne i ich zastosowanie do predykcji kontynuowania działalności lub upadłości przedsiębiorstw</li> </ul>	
Analiza danych przemysłowych	K_W02, K_W03, K_W10, K_W11, K_U03, K_U09, K_U11, K_U18, K_K01, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>Potrzeba i znaczenie analizy danych przemysłowych.</li> <li>Rodzaje danych generowanych w systemach produkcyjnych. Wstępna analiza i przetwarzanie danych przemysłowych. Techniki i metody wizualizacji danych.</li> <li>Podstawowe analizy statystyczne w procesach przemysłowych (analiza zdolności procesu, statystyczne sterowanie procesem, korelacje, regresja).</li> <li>Zaawansowane analizy statystyczne w procesach przemysłowych (statystyka opisowa, formułowanie i testowanie hipotez statystycznych, dobór testów statystycznych)</li> <li>Metody eksploracji danych w procesach produkcyjnych. Uczenie maszynowe i uczenie głębokie w analizie danych produkcyjnych.</li> <li>Analizy gigadanych (Big Data) w systemach produkcyjnych.</li> <li>Zastosowanie metod statystycznych (analiza zdolności procesu, statystyczne sterowanie procesem, korelacje, regresja, statystyka opisowa, formułowanie i testowanie hipotez statystycznych, dobór testów statystycznych) do analizy danych produkcyjnych</li> <li>Zastosowanie metod uczenia maszynowego (drzew decyzyjnych, lasów losowych, regresji logistycznej, sieci neuronowych, reguł asocjacji, analizy skupień) do analiz danych produkcyjnych.</li> </ul>	
Analizy statystyczne	K_W02, K_W03, K_W11, K_U03, K_U11, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zajęcia organizacyjne</li> <li>Podstawowe pojęcia statystyczne</li> <li>Tworzenie i modyfikacja arkusza danych</li> <li>Metody prezentacji danych: szeregi i wykresy</li> <li>Charakterystyki liczbowe rozkładów</li> <li>Podstawowe rozkłady teoretyczne</li> <li>Elementy wnioskowania statystycznego</li> <li>Analiza korelacji i regresji</li> <li>Szeregi czasowe i prognozowanie</li> </ul>	
Aspekty społeczne gromadzenia i analizy danych	K_W14, K_W15, K_U19, K_U20, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04, K_K05, K_K06
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie do tematyki. Podstawy interakcjonizmu symbolicznego. Znaczenie symboli w życiu społecznym. Sposoby gromadzenia danych.</li> <li>Spoleczne aspekty gromadzenia danych. Dane osobowe jako dane. Znaczenie RODO w polskim systemie społeczno-prawnym.</li> <li>Analiza sieciowa i meta dane. Internet a mikro/mezzo/mega dane.</li> <li>Spoleczne aspekty analizy danych. Metodologia badań.</li> <li>Proces analizy danych na gruncie nauk społecznych (socjologia, nauka o bezpieczeństwie, statystyka, ekonomia i inne)</li> <li>Spoleczne aspekty przetwarzania danych. Wykorzystanie przetworzonych danych (instytucje, firmy, ich znaczenie)</li> <li>Przetwarzanie danych na potrzeby wojska (informacje niejawne i tajne, szyfry) i organów państwa (do działań procesowych i pozaprocessowych)</li> <li>Podsumowanie zajęć. Zaliczenie</li> </ul>	
Drzewa decyzyjne	K_W02, K_W04, K_W10, K_W11, K_U03, K_U04, K_U05, K_U09, K_U11, K_K01, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wiadomości wstępne - przypomnienie. Teoretyczne podstawy konstrukcji drzew decyzyjnych.</li> <li>Drzewa decyzyjne. Algorytmy tworzenia drzew decyzyjnych. Zastosowania.</li> <li>Boosting i Bagging.</li> <li>Lasy losowe. Zastosowania.</li> <li>Uogólnienia, modyfikacje. Grafy decyzyjne.</li> </ul>	
Elementy algebry abstrakcyjnej i teorii liczb	K_W01, K_U01, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Elementy teorii liczb: relacja podzielności w zbiorze liczb całkowitych, zasadnicze twierdzenie arytmetyki, równania diofantyczne, kongruencje, chińskie twierdzenie o resztach, wybrane funkcje arytmetyczne.</li> <li>Elementy teorii grup: definicja i przykłady grup, podgrupy normalne, grupa ilorazowa, homomorfizmy i izomorfizmy grup, grupy cykliczne, grupy symetryczne.</li> <li>Elementy teorii pierścieni: definicja i przykłady pierścieni, dzielniki zera i elementy odwracalne pierścienia, ideały, homomorfizmy i izomorfizmy pierścieni, pierścień ilorazowy, pierścień wielomianów.</li> <li>Elementy teorii ciał: definicja i przykłady ciał, rozszerzenie ciała, elementy algebraiczne i przestępne.</li> </ul>	
Informatyka kwantowa	K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W10, K_W12, K_W17, K_U01, K_U02, K_U03, K_U06, K_U07, K_U08, K_U11, K_U12, K_K01, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Krótki przegląd mechaniki kwantowej. Sprzętowe Implementacje komputerów kwantowych</li> <li>Przestrzeń stanów kwantowych oraz Hamiltonian.</li> <li>Kwantowy kubit, splątanie kwantowe. Nierówności Bella</li> <li>Stany czyste i mieszane, operator gęstości. Dekoherecja. Rozkład Schmidta, Nielokalność mechaniki kwantowej.</li> <li>Kwantowa teleportacja, kryptografia oraz gęste kodowanie</li> <li>Podstawowe elementy komputerów kwantowych. Algorytmy Deutscha, Simona, Shora (rozkład liczb na czynniki pierwsze), Grovera (sortowanie nieuporządkowanych baz danych)</li> <li>Kwantowa korekcja błędów, Stabilizator kwantowy.</li> </ul>	
Język Python w analizie danych	K_W02, K_W03, K_W05, K_W08, K_W15, K_U05, K_U08, K_U09, K_U10, K_U19, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie. Zajęcia organizacyjne. Ustalenie formy zaliczenia i zakresu materiału. Zapoznanie z zasadami realizacji zajęć laboratoryjnych i projektowych</li> <li>Eksploracja danych za pomocą dostępnych narzędzi</li> <li>Metody inteligencji obliczeniowej w języku Python</li> <li>Agregacja danych i operacje wykonywane na grupach</li> <li>Wykresy i wizualizacja danych</li> <li>Przykłady rozwiązywania rzeczywistych problemów w zakresie analizy danych</li> <li>Podsumowanie/Egzamin</li> </ul>	
Metody matematyki dyskretnej w analizie danych	K_W01, K_W02, K_U01, K_U02, K_U04, K_U05, K_U09, K_U11, K_K01, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>Algebra incydencji i twierdzenia inwersyjne w zbiorach częściowo uporządkowanych. Funkcja Mobiusa i wzór inwersyjny. Zastosowania wzorów inwersyjnych.</li> <li>Własności podziałowe. twierdzenie Ramseya. Geometryczne zastosowanie twierdzenia Ramseya. Własności podziałowe zbiorów nieskończonych.</li> <li>Konfiguracje kombinatoryczne.- podstawowe własności. Ortogonalne kwadraty łacińskie. Macierze Hadamarda. Systemy trójek Steinera. Kwadraty Rooma. Matroidy, Zastosowania w analizie danych</li> <li>Problemy przepływu w sieciach i zagadnienia pokrewne. Algorytmy grafowe. problemy minimaksowe. Zastosowania w analizie danych</li> </ul>	
Metody probabilistyczne w analizie ryzyka	K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W11, K_W15, K_U01, K_U02, K_U03, K_U06, K_U11, K_U18, K_K01, K_K02, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> <li>Przypomnienie i uzupełnienie pewnych wiadomości z rachunku prawdopodobieństwa: zmienna losowa, rozkład prawdopodobieństwa, dystrybuanta, całka Stieltjesa, momenty zmiennych losowych, warunkowa wartość oczekiwana pod warunkiem sigma-ciała i jej własności, rozkład sumy niezależnych zmiennych losowych, funkcja generująca momenty, aproksymacja rozkładu sumy niezależnych zmiennych losowych. Przegląd rozkładów stosowanych w finansach i ubezpieczeniach (rozkłady ciężkoogonowe-Pareto, logarytmiczno-normalny, Weibulla, rozkłady lekkoogonowe - jednostajny, wykładniczy, rozkłady dyskretne dla liczby roszczeń, złożony rozkład Poissona)</li> <li>Losowa stopa procentowa. Mierniki probabilistyczne ryzyka związanego z inwestowaniem w akcje. Teoria portfela i modele rynku kapitałowego. Metoda stochastycznej dominacji w teorii portfela</li> <li>Ryzyko, jako przedmiot ubezpieczenia. Ryzyko osobowe, ryzyko majątkowe, miary ryzyka ubezpieczeniowego, modele ryzyka w ubezpieczeniach typu non-life, model indywidualnego ryzyka ubezpieczeniowego (ogólne założenia oraz przykłady), model kolektywnego ryzyka ubezpieczeniowego</li> <li>Kalkulacja składki w ubezpieczeniach życiowych. Składka netto dla polis dyskretnych, ciągłych i mieszanych.</li> </ul>	
<p>Polityka cyberbezpieczeństwa danych</p>	<p>K_W06, K_W08, K_W10, K_U16, K_K03, K_K04</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zajęcia organizacyjne. Ustalenie formy zaliczenia i zakresu materiału. Wprowadzenie w ogólny zarys architektury systemów informacyjnych w odniesieniu do wymogów bezpieczeństwa informacyjnego</li> <li>Wprowadzenie w pojęcia bazowe bezpieczeństwa informacyjnego. Omówienie procesów decyzyjnych w obszarze bezpieczeństwa</li> <li>Zdefiniowanie audytu bezpieczeństwa informacyjnego. Omówienie zasad zarządzania bezpieczeństwem informacji</li> <li>Wprowadzenie w koncepcje organizacji polityki bezpieczeństwa oraz regulaminów dostępu do zasobów</li> <li>Omówienie metod i środków organizacji bezpieczeństwa informacji. Rola zasobów ludzkich w zapewnieniu bezpieczeństwa informacji</li> <li>Przedstawienie metod i środków ochrony danych osobowych. Analiza ryzyka bezpieczeństwa informacyjnego</li> <li>Koncepcja polityki bezpieczeństwa. Analiza penetracyjna systemów informatycznych.</li> </ul>	
<p>Praca dyplomowa</p>	<p>K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_W09, K_W10, K_W11, K_W12, K_W13, K_W14, K_W15, K_W16, K_W17, K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U05, K_U06, K_U07, K_U08, K_U09, K_U10, K_U11, K_U12, K_U13, K_U14, K_U15, K_U16, K_U17, K_U18, K_U19, K_U20, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04, K_K05, K_K06</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Przygotowanie pisemnej pracy dyplomowej.</li> </ul>	
<p>Pracownia problemowa I</p>	<p>K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W06, K_W12, K_W14, K_W16, K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U05, K_U06, K_U07, K_U08, K_U09, K_U10, K_U11, K_U14, K_U17, K_U18, K_U19, K_U20, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04, K_K05, K_K06</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zapoznanie się z literaturą konieczną do opracowania projektu. Analiza metod służących do rozwiązania zadań zawartych w projekcie. Udział w dyskusji nad projektami. Prezentacja uzyskanych rezultatów otrzymanych w ramach projektu. Określenie harmonogramu prac nad projektem. Tworzenie pisemnego opracowania projektu. Zasady tworzenia prezentacji poświęconej projektowi. Zadania projektowe są podawane studentom na pierwszych zajęciach. Tematyka projektów jest do wyboru i obejmuje problemy inżynierii i analizy danych z wykorzystaniem wiedzy i umiejętności zdobytych podczas studiów</li> </ul>	
<p>Pracownia problemowa II</p>	<p>K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W06, K_W12, K_W14, K_W16, K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U05, K_U06, K_U07, K_U08, K_U09, K_U10, K_U11, K_U14, K_U17, K_U18, K_U19, K_U20, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04, K_K05, K_K06</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zapoznanie się z literaturą konieczną do opracowania projektu. Analiza metod służących do rozwiązania zadań zawartych w projekcie. Udział w dyskusji nad projektami. Prezentacja uzyskanych rezultatów w ramach projektu. Określenie harmonogramu prac nad projektem. Tworzenie pisemnego opracowania projektu. Tematy zadań projektowych są podawane studentom na pierwszych zajęciach. Tematyka projektów jest do wyboru i obejmuje problemy inżynierii i analizy danych z wykorzystaniem wiedzy i umiejętności zdobytych podczas studiów.</li> </ul>	
<p>Praktyka zawodowa</p>	<p>K_W13, K_W14, K_W15, K_W16, K_U11, K_U14, K_U15, K_U16, K_U18, K_U19, K_U20, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04, K_K05, K_K06</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zapoznanie studenta z profilem działalności i zasadami funkcjonowania zakładu pracy, strukturą organizacyjną i kadrową oraz organizacją pracy na poszczególnych stanowiskach pracy (zakres obowiązków, kompetencje, odpowiedzialność)</li> <li>Zapoznanie studenta z podstawową dokumentacją regulującą działalność zakładu pracy, w tym z: przepisami prawnymi w oparciu, o które funkcjonuje przedsiębiorstwo, przepisami BHP i przeciwpożarowymi obowiązującymi na terenie zakładu pracy, systemem obiegu dokumentów, nadzoru i kontroli jakości oraz systemem transportu i logistyki</li> <li>Zapoznanie studenta z technologiami informatycznymi stosowanymi w przedsiębiorstwie (w tym specjalistycznym oprogramowaniem stosowanym na stanowisku pracy) oraz dokumentacją techniczną</li> <li>Realizacja harmonogramu zadań organizacyjnych i praktycznych na stanowisku pracy praktykanta</li> <li>Realizacja zadań wymagających samodzielności, umiejętności pracy zespołowej (kierując się zasadami etyki pracy), jak również podejmowania kontaktów z pracodawcą (ewentualnie potencjalnymi klientami)</li> <li>Opracowanie dokumentacji (raportów) z wykonanych zadań. Prezentacja słowna i wizualizacja opracowanych raportów. Zdolność do obiektywnej oceny własnych możliwości i jakości wykonanych zadań na stanowisku pracy</li> <li>W przypadku realizacji pracy dyplomowej w zakładzie pracy, rzetelne wykonywanie obowiązków w zakresie przygotowywanej pracy oraz współpraca z osobą (ze strony zakładu pracy) odpowiedzialną za nadzór nad wykonaniem pracy dyplomowej.</li> </ul>	
<p>Seminarium dyplomowe I</p>	<p>K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_W09, K_W10, K_W11, K_W12, K_W13, K_W14, K_W15, K_W16, K_W17, K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U05, K_U06, K_U07, K_U08, K_U09, K_U10, K_U11, K_U12, K_U13, K_U14, K_U15, K_U16, K_U17, K_U18, K_U19, K_U20, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04, K_K05, K_K06</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Omawianie zagadnień do egzaminu dyplomowego</li> <li>Przedstawienie zagadnień z pracy dyplomowej, omawianie tematyki pracy dyplomowej</li> <li>Prezentacja fragmentów pracy dyplomowej</li> </ul>	
<p>Seminarium dyplomowe II</p>	<p>K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_W09, K_W10, K_W11, K_W12, K_W13, K_W14, K_W15, K_W16, K_W17, K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U05, K_U06, K_U07, K_U08, K_U09, K_U10, K_U11, K_U12, K_U13, K_U14, K_U15, K_U16, K_U17, K_U18, K_U19, K_U20, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04, K_K05, K_K06</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Przedstawienie tematyki pracy dyplomowej</li> <li>Referowanie i omawianie zagadnień będących tematyką pracy dyplomowej</li> <li>Studiowanie literatury wykorzystywanej do realizacji pracy dyplomowej</li> </ul>	
<p>Statystyka wielowymiarowa</p>	<p>K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W10, K_W11, K_U01, K_U02, K_U03, K_U18, K_K01</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Rachunek macierzowy</li> <li>Wielowymiarowe rozkłady normalne</li> <li>Estymacja punktowa w sytuacji wielowymiarowej</li> <li>Testowanie hipotez o wartościach oczekiwanych</li> <li>Analiza regresji wielorakiej</li> <li>Wielowymiarowa analiza wariancji</li> <li>Analiza dyskryminacyjna i metody klasyfikacji</li> </ul>	

Wybrane zagadnienia informatyki po angielsku	K_W12, K_U17, K_K01, K_K03
• Omówienie wybranych pojęć i terminów z języka angielskiego • Prezentacja wybranego tematu w języku angielskim	
Wybrane zagadnienia matematyki wyższej po angielsku	K_W12, K_U17, K_K01, K_K03
• Tematyka zajęć obejmuje wybrany dział matematyki. Przedmiot do wyboru.	
Wyzwania technologiczne Przemysłu 4.0	K_W01, K_W02, K_W14, K_W16, K_U05, K_U09, K_U12, K_U14, K_K01, K_K04, K_K06
• Zajęcia organizacyjne. Ustalenie formy zaliczenia i zakresu materiału. Przemysł 4.0. Rewolucje przemysłowe. Zalety nowego rodzaju produkcji. • Rozproszone sterowanie i otwarte standardy. Rola człowieka w kontekście czwartej rewolucji. • Wyzwania technologiczne Przemysłu 4.0. IoT (Internet of Things), Systemy CAD-CAM (Computer-Aided Design - Computer-Aided Manufacturing), Systemy elastycznego sposobu produkcji (FMS - Flexible Manufacturing Systems) • Globalna etyka komputerowa. Kodeksy etyczne, wytyczne programowe i wymagania akredytacyjne. Kodeks etyczny Stowarzyszenia Sprzętu Komputerowego. Kodeks Instytutu Inżynierów Elektryków i Elektroników. Karta Praw i Obowiązków Dydaktyki Elektronicznej. Dziesięć Przykazań Etyki Komputerowej. • Analiza ryzyka systemów informatycznych - wprowadzenie. Pojęcie ryzyka. Klasyfikacja ryzyka. Pojęcia ryzyka w systemach IT. Strategie, standardy i rekomendacje dotyczące zarządzania ryzykiem w systemach IT. Norma PN-I-13335-1. Metody ilościowe oceny ryzyka. Metoda Fishera. Metoda Courtneya. Metoda Parkera. Metody jakościowe oceny ryzyka. Metodyka Microsoft (MCSGRMF). NIST SP 800-30. Metoda STIR (Simple Technique for Illustrating Risk). Metoda FRAP (Facilitated Risk Analysis Process). • Cyberbezpieczeństwo w przemyśle. Zarządzanie bezpieczeństwem organizacji w środowisku cyfrowym. • IoT w Przemysłu 4.0 • Zarządzanie ciągłością działania. Zakres i cele Systemu Zarządzania Ciągłością. Wybrane systemy i strategie zarządzania.	
Zaawansowane metody eksploracji danych	K_W02, K_W03, K_W10, K_W11, K_W14, K_U05, K_U09, K_U10, K_U14, K_U18, K_K01, K_K02, K_K04, K_K05, K_K06
• Sztuczne Sieci Neuronowe - zagadnienia zaawansowane • Grupowanie obiektów • Wizualizacja danych - zagadnienia zaawansowane • Zarządzanie polityką danych w organizacji • Biologiczne podstawy sztucznej inteligencji. • Brakujące wartości w danych oraz sposoby ich przetwarzania • Otwarte dane publiczne • Explainable Machine Learning, Ethical Machine Learning	
Zarządzanie projektami i ryzykiem	K_W09, K_W13, K_W16, K_U02, K_U04, K_U05, K_U06, K_U09, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01, K_K04, K_K05
• Zwinne metodologie zarządzania projektami • "Wodospadowe" metodologie zarządzania projektami • Zarządzanie ryzykiem w projektach teleinformatycznych • Zarządzanie wieloma projektami, KANBAN • Turkusowe organizacje; sposób zarządzania i organizacji pracy • Zarządzanie ryzykiem: zagadnienia zaawansowane, M_o_R • Standard ITIL v4. (2009 Syllabus), Standard TOGAF 9.2, standard COBIT	
Zastosowania sztucznej inteligencji w analizie danych medycznych	K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_W12, K_W17, K_U06, K_U07, K_U08, K_U09, K_U10, K_U11, K_K01, K_K02
• Podstawy sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego na przykładzie sztucznych sieci neuronowych. • Omówienie innych algorytmów uczenia maszynowego np. drzew decyzyjnych, algorytmów do klasteryzacji danych na przykładzie danych medycznych. • Analiza wybranych zbiorów danych medycznych przy wykorzystaniu najnowszych algorytmów uczenia maszynowego tj. np. konwolucyjne sieci neuronowe. • Omówienie najnowszych trendów w dziedzinie uczenia maszynowego i analizy danych	
Przedmiot wybieralny I - Organizacja procesów obliczeniowych	K_W02, K_W03, K_W05, K_W15, K_U05, K_U08, K_U09, K_U10, K_U19, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04
• Rola, funkcje i mechanizmy systemów operacyjnych. Przykładowe systemy operacyjne. Wieloprocesorowe i wielordzeniowe systemy operacyjne. • Model procesu i przebieg sterowania: tworzenie, stany, zarządzanie, sygnały. • Komunikacja między procesami: potoki, pamięć wspólna, semafony. • Wątki: procesy a wątki, rodzaje wątków, zarządzanie procesami i wątkami, wielordzeniowość i wielowątkowość. • Przetwarzanie równoległe, współbieżne, rozproszone. Współbieżność – zakleszczenia i głodzenia, synchronizacja: definicje, metody zapobiegania oraz usuwania. • Szeregowanie: podstawowe pojęcia i algorytmy szeregowania, szeregowanie zadań obliczeniowych i interakcyjnych, strategie złożone. • Problemy i zastosowanie obliczeń równoległych. Modele programowania równoległego. Projektowanie algorytmów równoległych. Miary efektywności obliczeń równoległych. Mechanizmy programowania równoległego (wątki, procesy, identyfikatory, uchwyt). • Procesory graficzne i metody ich wykorzystania w programowaniu równoległym. • Programowanie równoległe i współbieżne w wybranych językach programowania: wątki, sekcje krytyczne, interakcja pomiędzy wątkami. Klasyczne problemy programowania równoległego: wzajemne wykluczanie, producent-konsument, czytelnicy i pisarze, pięciu filozofów. Równoległe algorytmy dla wybranych zagadnień numerycznych: mnożenie i transponowanie macierzy i inne.	
Przedmiot wybieralny I - Techniki wirtualnej rzeczywistości	K_W01, K_W02, K_W14, K_W16, K_U05, K_U09, K_U12, K_U14, K_K01, K_K04, K_K06
• Podstawowe pojęcia związane z wirtualną rzeczywistością i nie tylko – VR/AR/MR. • Zastosowania i przykłady realizacji opartych o VR. • Sprzęt i sensory wykorzystywane w technologii VR. • Oprogramowanie wykorzystywane do tworzenia oprogramowania opartego o VR. • Dobre praktyki w realizacjach opartych o VR. • Tworzenie obiektów i scen do wykorzystania w aplikacjach opartych o VR (wizualizacje 3d, Unity 3d). Programowanie interaktywnych aplikacji VR w wybranych językach i środowiskach programowania.	
Przedmiot wybieralny II - Historia idei i odkryć naukowych	K_W01, K_W05, K_W17, K_U20, K_K01, K_K02, K_K04
• 1800-1900; Euler, Lagrange, Gauss, Galois, Abel, Darboux, Kummer, Kronecker, Dirichlet, Riemann • 1901-1950; Boole, Turing, Zermelo, von Neumann, Gödel, Zadeh • 1951-2000; medal Fieldsa, chaos i fraktale, początek nauki o komputerach i obliczeniach, AI, eksploracja danych, BigData. Nauki informatyczne vs. informatyka techniczna i telekomunikacja. • Mikołaj Kopernik, Lwowska Szkoła Matematyczna, Notacja Polska, Odwrotna Notacja Polska, logika Łukasiewicza, Teoria Zbiorów Przybliżonych, Instytut Informatyki UW, Polska Szkoła Bioinformatyczna • Nauka w XXI wieku; nauka prywatna; DARPA, NASA, NCBI, TRL, VC i prywatne źródła finansowania B+R, crowdsourcing, crowdfunding	
Przedmiot wybieralny II - Historia matematyki	K_W17, K_U19, K_K01
• Matematyka w Starożytności I (Babilończycy) • Matematyka w Starożytności II (złoty wiek Aten) • Matematyka w Starożytności III (gdy światem rządził Rzym) • Matematyka poza Europą • Matematyka w średniowiecznej Europie • Narodziny nowej matematyki • Różniczki i całki • Matematyka na usługach • Nowe spojrzenie • Rygorystyczna analiza • Algebraiczne mocarstwo • Przewrót w matematyce • Sierpiński • Banach • Varia	

#### 4. Praktyki i staże studenckie

Podstawowym celem praktyki zawodowej jest nabycie umiejętności praktycznych, uzupełniających i pogłębiających wiedzę uzyskaną przez studenta w trakcie zajęć dydaktycznych na Uczelni. Realizacja praktyk umożliwia rozwój kompetencji zawodowych studenta w ramach studiowanego kierunku, uzyskania wiedzy specjalistycznej i umiejętności jej praktycznego zastosowania a także uczestniczenia w realizacji konkretnych projektów i rozwiązywaniu rzeczywistych problemów. Praktyki zawodowe dają studentom możliwość zapoznania się z pracą na stanowiskach związanych z kierunkiem studiów, umożliwiają doskonalenie umiejętności organizacji pracy własnej i pracy zespołowej, uczyć efektywnego zarządzania czasem, sumienności i odpowiedzialności za powierzony zadania i podejmowane decyzje, a także dają możliwość nawiązywania kontaktów zawodowych. Wszystkie te czynniki ułatwią rozpoczęcie pracy zawodowej. Zasady organizacji i zaliczenia praktyk zawodowych określa Zarządzenie Rektora. Semestr studiów, w którym jest realizowana studencka praktyka zawodowa oraz wymiar praktyk



zawodowych przedstawiono w rozdziale 3 niniejszego programu studiów. Wymiar praktyk zawodowych może być różny w przypadku, gdy program studiów uwzględnia bloki tematyczne.