

PROGRAM STUDIÓW

Obowiązuje od roku akademickiego: 2026/2027

Kierunek studiów: INŻYNIERIA DANYCH

1. **Kod ISCED: 0719**
2. **Forma studiów: STACJONARNE**
3. **Liczba semestrów: 7**
4. **Tytuł zawodowy nadawany absolwentom: INŻYNIER**
5. **Profil kształcenia: OGÓLNOAKADEMICKI**
6. **Dziedzina nauki: NAUKI ŚCISŁE I PRZYRODNICZE**
7. **Dyscyplina naukowa:**
 - ✓ **dyscyplina wiodąca: nauki fizyczne – 107 ECTS (51% punktów ECTS)**
 - ✓ **dyscypliny uzupełniające: informatyka – 74 ECTS (35% punktów ECTS), matematyka – 29 ECTS (14% punktów ECTS)**
8. **Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów: 210**
 - 1) liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia: **127 – studia stacjonarne,**
 - 2) liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć związanych z prowadzoną działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów w wymiarze większym niż 50% ogólnej liczby punktów ECTS): **113,**
 - 3) liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje realizując zajęcia podlegające wyborowi (co najmniej 30%¹ ogólnej liczby punktów ECTS): **70**
 - 4) liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych, nie mniejsza niż 5 ECTS
 - w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne²: **5**
9. **Łączna liczba godzin zajęć: 5316 – studia stacjonarne, w tym:**

¹ wskaźnik procentowy może być inny jeżeli standardy kształcenia stanowią inaczej

² w przypadku kierunku studiów przyporządkowanego do nauk humanistycznych podaje się liczbę punktów ECTS za zajęcia z dziedziny nauk społecznych, w przypadku kierunku studiów przyporządkowanego do nauk społecznych podaje się liczbę punktów ECTS za zajęcia z dziedziny nauk humanistycznych

- liczba godzin zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia: **3236 – studia stacjonarne**,
- liczba godzin zajęć prowadzona z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość: **0 – studia stacjonarne**.

10. **Koncepcja i cele kształcenia** (w tym opis sylwetki absolwenta):

Koncepcja inżynierskiego kierunku studiów **Inżynieria danych**, opartego na dyscyplinie **nauki fizyczne**, zakłada zastosowanie metod i narzędzi z zakresu informatyki, sztucznej inteligencji oraz uczenia maszynowego do gromadzenia, zarządzania, przetwarzania i analizy dużych zbiorów danych generowanych w eksperymentach fizycznych. Takie podejście umożliwia efektywne wydobywanie informacji oraz wspiera podejmowanie decyzji badawczych z uwzględnieniem aspektów fizycznych i technicznych. Kierunek ma charakter interdyscyplinarny i łączy fizyczne podstawy opisu zjawisk z zaawansowanymi umiejętnościami przetwarzania informacji.

Kierunek **Inżynieria danych** integruje solidne podstawy fizyki, informatyki i matematyki z nowoczesnymi metodami inżynierii danych, analizy dużych zbiorów danych oraz obliczeń naukowych. Treści kształcenia są ściśle powiązane z działalnością badawczą prowadzoną na Wydziale Nauk Ścisłych i Przyrodniczych UJK, obejmującą m.in. eksperymenty realizowane w Europejskiej Organizacji Badań Jądrowych CERN, zastosowanie algorytmów uczenia maszynowego do klasyfikacji galaktyk, masową i zoptymalizowaną analizę obrazów oraz danych pochodzących z globalnych projektów astronomicznych, analizę danych z zakresu nauk medycznych i nauk o zdrowiu, badania nad zastosowaniami sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego w analizie danych przestrzennych, a także wykorzystanie nowoczesnych metod analizy i przetwarzania danych, w tym metod statystycznych, do interpretacji wyników eksperymentalnych i symulacyjnych. Treści te są spójnie powiązane z kształtowaniem kompetencji inżynierskich.

Koncepcja kształcenia opiera się na rozwijaniu praktycznych umiejętności w zakresie analizy danych i programowania, wykorzystywaniu narzędzi stosowanych w badaniach naukowych i nowoczesnych technologiach, a także na przygotowaniu studentów do pracy zespołowej oraz samodzielnego rozwiązywania złożonych problemów obliczeniowych.

Celem kształcenia na studiach inżynierskich pierwszego stopnia na kierunku Inżynieria danych jest wykształcenie absolwenta posiadającego:

- wiedzę z zakresu fizyki, informatyki oraz matematyki,
- wiedzę i umiejętności w zakresie analizy dużych zbiorów danych eksperymentalnych i symulacyjnych w fizyce i naukach pokrewnych, z wykorzystaniem nowoczesnych technologii i narzędzi informatycznych,
- umiejętności projektowania i wdrażania algorytmów przetwarzania danych eksperymentalnych,
- umiejętności w zakresie wizualizacji, interpretacji i modelowania zjawisk przyrodniczych na podstawie danych,

- umiejętność praktycznego wykorzystania platform i programów komputerowych stosowanych w inżynierii danych, uczeniu maszynowym, głębokiemu uczeniu oraz sztucznej inteligencji,
- umiejętność programowania w językach wykorzystywanych w inżynierii danych (w szczególności w języku Python) oraz korzystania z odpowiednich bibliotek specjalistycznego oprogramowania,
- wiedzę i umiejętności w zakresie bezpieczeństwa danych oraz bezpieczeństwa systemów komputerowych,
- kompetencje inżynierskie obejmujące m.in. analizę problemów wynikających z badań fizycznych i procesów pomiarowych, formułowanie modeli danych i modeli obliczeniowych oraz ocenę ich jakości, projektowanie i optymalizację rozwiązań i procesów, uwzględnianie ograniczeń aparatury pomiarowej, integrację danych pochodzących z różnych źródeł, stosowanie metod filtracji, kalibracji i walidacji danych pomiarowych, zarządzanie bazami danych zawierającymi dane eksperymentalne i symulacyjne, skalowalne przetwarzanie dużych zbiorów danych, tworzenie wizualizacji danych i wyników obliczeń, przygotowywanie raportów technicznych i dokumentacji projektowej, a także odpowiedzialność za poprawność analiz danych i interpretację wyników oraz świadomość wpływu technologii analizy danych na rozwój nauki i społeczeństwa,
- umiejętność wykorzystania zdobytej wiedzy i nabytych kwalifikacji w pracy zawodowej,
- umiejętność pracy w zespołach interdyscyplinarnych oraz rozwiązywania problemów zawodowych,
- umiejętność korzystania z literatury naukowej oraz komputerowych baz danych,
- umiejętność posługiwania się językiem obcym na poziomie biegłości co najmniej B2, w tym terminologią specjalistyczną z zakresu inżynierii danych.

Absolwent kierunku **Inżynieria danych** potrafi łączyć umiejętności z zakresu fizyki, informatyki i matematyki, wykorzystując je w naukach przyrodniczych, inżynierskich i przemysłowych. Jest specjalistą łączącym wiedzę fizyczną z zaawansowanymi kompetencjami w zakresie analizy i przetwarzania danych. Potrafi efektywnie pracować z dużymi zbiorami danych, tworzyć modele obliczeniowe oraz wspierać procesy decyzyjne oparte na danych.

Absolwent jest przygotowany do pracy w laboratoriach badawczych i instytutach naukowych, do zatrudnienia w przedsiębiorstwach technologicznych, energetycznych, przemysłowych i informatycznych, a także do udziału w projektach badawczo-rozwojowych. Posiada również kompetencje umożliwiające kontynuowanie kształcenia na studiach drugiego i trzeciego stopnia. Absolwent charakteryzuje się analitycznym myśleniem, umiejętnością rozwiązywania problemów oraz gotowością do adaptacji w dynamicznie zmieniającym się środowisku technologicznym.

Absolwenci kierunku **Inżynieria danych** mogą znaleźć zatrudnienie w instytucjach specjalizujących się w pozyskiwaniu, analizie i przetwarzaniu danych, w jednostkach zajmujących się bezpieczeństwem danych, a także w prywatnych i państwowych przedsiębiorstwach na stanowiskach wymagających zaawansowanych kompetencji w zakresie analizy informacji i tworzenia rozwiązań wspierających strategię oraz decyzje pracodawców. Mogą podejmować pracę m.in. w urzędach statystycznych, bankach, przedsiębiorstwach, instytucjach publicznych, uczelniach wyższych oraz laboratoriach badawczych. Absolwentom kierunku Inżynieria danych Instytut Fizyki UJK oferuje możliwość kontynuacji kształcenia na trysemestralnych studiach drugiego stopnia na kierunku Fizyka.

11. Efekty uczenia się:

Oznaczenie symboli:

ID1A - efekty uczenia się dla kierunku Inżynieria danych, studia pierwszego stopnia inżynierskie, profil ogólnoakademicki,

W - kategoria wiedzy, U - kategoria umiejętności, K - kategoria kompetencji społecznych,

01, 02, 03 i kolejne - numer efektu uczenia się.

Symbole efektów uczenia się dla kierunku	Po ukończeniu studiów absolwent:	Odniesienie efektów uczenia się do: uniwersalnych charakterystyk dla danego poziomu Polskiej Ramy Kwalifikacji (ustawa o ZSK)	Odniesienie efektów uczenia się do: charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6–7 Polskiej Ramy Kwalifikacji (rozporządzenie MNiSW)	Odniesienie efektów uczenia się do: charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6–7 Polskiej Ramy Kwalifikacji umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich (rozporządzenie MNiSW)
--	----------------------------------	--	--	--

w zakresie **WIEDZY:**

ID1A_W01	w zaawansowanym stopniu zna i rozumie elementy matematyki wyższej, obejmującej analizę matematyczną, logikę, algebrę liniową i matematykę dyskretną	P6U_W	P6S_WG	
ID1A_W02	w zaawansowanym stopniu zna i rozumie elementy rachunku prawdopodobieństwa, procesów stochastycznych i statystyki matematycznej, zasadnicze metody wnioskowania oraz modelowania statystycznego	P6U_W	P6S_WG	
ID1A_W03	w zaawansowanym stopniu zna i rozumie terminologię, symbolikę, pojęcia i prawa fizyczne właściwe dla nauk ścisłych i technicznych	P6U_W	P6S_WG	
ID1A_W04	w zaawansowanym stopniu zna i rozumie zjawiska i procesy fizyczne oraz ich zastosowania w nauce i technice	P6U_W	P6S_WG P6S_WK	P6S_WG
ID1A_W05	zna przyrządy i aparaturę naukową stosowane w fizyce i jej zastosowaniach w gromadzeniu, zarządzaniu, przetwarzaniu ogromnych zbiorów danych	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG P6S_WI

ID1A_W06	zna i rozumie wybrane zagadnienia z zakresu elektrotechniki, elektroniki i miernictwa, istotne dla zastosowań technicznych i inżynierskich	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG P6S_WI
ID1A_W07	zna i rozumie wybrane zagadnienia z zakresu technologii informatycznych stosowanych w analizie danych, w tym zasady bezpieczeństwa systemów komputerowych i ochrony danych	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG
ID1A_W08	zna wybrane metody, techniki i narzędzia programistyczne stosowane przy rozwiązywaniu zadań inżynierskich z zakresu analizy danych	P6U_W	P6S_WK	
ID1A_W09	zna wybrane metody numeryczne i algorytmy analizy danych	P6U_W	P6S_WG	
ID1A_W10	w zaawansowanym stopniu zna i rozumie zagadnienia w zakresie baz danych w tym ich strukturę, organizację i zastosowanie w przetwarzaniu danych, w tym w środowiskach Big Data, oraz zasady bezpieczeństwa danych i ochrony informacji w systemach bazodanowych	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG
ID1A_W11	posiada uporządkowaną i zawansowaną wiedzę interdyscyplinarną z zakresu nauk fizycznych, informatyki oraz matematyki, umożliwiającą modelowanie, analizę i interpretację danych pochodzących z ogromnych zbiorów danych generowanych przez eksperymenty fizyczne oraz z procesów technicznych i symulacji	P6U_W	P6S_WG	P6S_WI
ID1A_W12	zna specjalistyczne zagadnienia w zakresie studiowanego kierunku, w tym zagadnienia sztucznej inteligencji oraz metody uczenia maszynowego i głębokiego, a także ich zastosowania w analizie i przetwarzaniu danych	P6U_W	P6S_WG	
ID1A_W13	zna wybrane zagadnienia z dyscyplin pokrewnych do fizyki, informatyki i matematyki związane z analizą danych, modelowaniem procesów i interpretacją wyników w kontekście interdyscyplinarnym	P6U_W	P6S_WG	
ID1A_W14	zna i rozumie zasady korzystania z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł informacji w celu pozyskania niezbędnych informacji oraz oceny ich rzetelności	P6U_W	P6S_WK	
ID1A_W15	zna i rozumie pojęcia i zagadnienia z zakresu nauk społecznych, ekonomicznych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej	P6U_W	P6S_WK	P6S_WK
ID1A_W16	zna i rozumie zasady w zakresie ochrony własności przemysłowej, prawa autorskiego, informacji patentowej oraz bezpieczeństwa i higieny pracy	P6U_W	P6S_WG P6S_WK	P6S_WK
ID1A_W17	zna i rozumie ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości oraz projektowania ścieżki własnego rozwoju w zakresie inżynierii danych	P6U_W	P6S_WG P6S_WK	P6S_WK
ID1A_W18	zna i rozumie wyzwania etyczne, społeczne i prawne związane z gromadzeniem, analizą i wykorzystaniem danych, w tym z zastosowaniem algorytmów sztucznej inteligencji	P6U_W	P6S_WK	P6S_WK

w zakresie **UMIEJĘTNOŚCI** potrafi:

ID1A_U01	posługiwać się aparatem matematyki wyższej do formułowania i rozwiązywania typowych zadań z zakresu analizy danych	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW
ID1A_U02	analizować i wyjaśniać obserwowane zjawiska i procesy fizyczne	P6U_U	P6S_UW	

ID1A_U03	wykorzystywać podstawowe przyrządy i aparaturę fizyczną do planowania i wykonania pomiarów fizycznych z oceną wiarygodności wyznaczanych wartości fizycznych i analizą statystyczną wyników pomiarów, działając samodzielnie lub w zespole; identyfikuje techniki pomiarowe	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW
ID1A_U04	zbudować układ pomiarowy w oparciu o przedstawiony schemat oraz dokonać pomiarów; zaprojektować i zbudować obwód elektryczny i elektroniczny oraz proste urządzenie techniczne; analizować funkcjonowanie typowych rozwiązań technicznych i dokonuje ich oceny według zadanych kryteriów	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW
ID1A_U05	interpretować i wyjaśniać zależności ujęte w postaci wzorów, tabel, wykresów, schematów i stosować je w zagadnieniach praktycznych	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW
ID1A_U06	wykorzystywać wybrane oprogramowanie i technologie informatyczne w celu gromadzenia, wyszukiwania, analizy statystycznej i wizualizacji danych oraz edycji tekstu i przygotowania prezentacji, przy zachowaniu zasad bezpieczeństwa systemów komputerowych i ochrony danych	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW
ID1A_U07	rozpoznać problemy, w tym zagadnienia praktyczne, które można rozwiązać algorytmicznie; potrafi ułożyć i analizować algorytm zgodny ze specyfikacją; potrafi posługiwać się wybranym językiem programowania wysokiego poziomu oraz odpowiednimi narzędziami informatycznymi w postaci programów komputerowych z zakresu inżynierii danych	P6U_U	P6S_UW P6S_UU	P6S_UW
ID1A_U08	projektować, tworzyć i zarządzać systemami baz danych, w tym w środowiskach Big Data, stosując odpowiednie struktury i organizację danych oraz zapewniać bezpieczeństwo danych i ochronę informacji w systemach bazodanowych	P6U_U	P6S_UW P6S_UU	P6S_UW
ID1A_U09	integrować wiedzę z zakresu nauk fizycznych, narzędzia informatyczne oraz metody matematyczne w celu analizy, modelowania i prognozowania zjawisk przyrodniczych opisanych danymi	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW
ID1A_U10	analizować i rozwiązywać problemy, w tym złożone i nietypowe, związane z studiowanym kierunkiem, w tym w obszarze analizy dużych zbiorów danych eksperymentów fizycznych, sztucznej inteligencji, uczenia maszynowego i uczenia głębokiego oraz znajdować rozwiązania stosując poznane metody; wykonywać zadania w warunkach nie w pełni przewidywalnych	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW
ID1A_U11	planować i wykonywać podstawowe badania naukowe w zakresie analizy eksperymentalnych danych fizycznych i symulacji z wykorzystaniem narzędzi fizycznych, informatycznych i matematycznych oraz analizować ich wyniki	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW
ID1A_U12	posługiwać się językiem obcym na poziomie B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego, w stopniu niezbędnym do posługiwania się podstawową literaturą fachową oraz komunikowania się ze specjalistami w zakresie inżynierii danych	P6U_U	P6S_UK	
ID1A_U13	pozyskiwać informacje z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł, integrować te informacje, interpretować i wyciągać wnioski, formułować opinie i krytycznie oceniać informacje pochodzące ze źródeł niezwyfikowanych	P6U_U	P6S_UW P6S_UU	

ID1A_U14	przedstawić aktualne zagadnienia związane z inżynierią danych, w tym w postaci krótkiej prezentacji w języku polskim i angielskim z wykorzystaniem różnych źródeł wiedzy i środków multimedialnych	P6U_U	P6S_UW P6S_UK	
ID1A_U15	właściwie organizować pracę własną oraz współdziałać i pracować w zespole z odpowiedzialnością za własne i za wspólnie realizowane zadania	P6U_U	P6S_UO	
ID1A_U16	komunikować się z otoczeniem, brać udział w debacie, przedstawiać i oceniać różne opinie i stanowiska	P6U_U	P6S_UO	
ID1A_U17	przygotować prace pisemne (w tym pracę dyplomową), projekty dotyczące zagadnień szczegółowych związanych ze studiowanym kierunkiem z wykorzystaniem podstawowych pojęć teoretycznych oraz metod inżynierii danych w oparciu o różne źródła informacji	P6U_U	P6S_UW P6S_UK	P6S_UW
ID1A_U18	identyfikować problemy związane z wykonywaniem zawodu, potrzebą podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych, potrafi realizować proces samokształcenia i uczenia się przez całe życie	P6U_U	P6S_UU	

w zakresie **KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH** jest gotów do:

ID1A_K01	określania priorytetów służących realizacji zadania, planowania pracy, systematycznego zapoznawania się z treściami naukowymi i popularnonaukowymi pochodzącymi z różnych źródeł, z krytyczną oceną odbieranych treści	P6U_K	P6S_KK	
ID1A_K02	odpowiedzialnego pełnienia roli zawodowej, przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania prawa, w tym praw autorskich i wymagania tego od innych, dbałości o dorobek i tradycje zawodu	P6U_K	P6S_KR	
ID1A_K03	wypełniania zobowiązań społecznych oraz współorganizowania działalności popularyzatorskiej na rzecz środowiska społecznego w zakresie wybranych osiągnięć nauki i techniki oraz ich praktycznego stosowania	P6U_K	P6S_KO	
ID1A_K04	formułowania i argumentowania opinii dotyczących kwestii zawodowych, bycia innowacyjnym i przedsiębiorczym	P6U_K	P6S_KK P6S_KO	
ID1A_K05	uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów, w tym z uwzględnieniem skutków społeczno-ekonomicznych oraz zasięgania opinii ekspertów	P6U_K	P6S_KK P6S_KO	

12. **Zajęcia wraz z przypisanymi do nich punktami ECTS, efektami uczenia się i treściami programowymi:**

Przedmioty (zajęcia)	Liczba punktów ECTS	Treści programowe	Odniesienie do efektów uczenia się na kierunku
----------------------	---------------------	-------------------	--

PRZEDMIOTY (ZAJĘCIA) KSZTAŁCENIA OGÓLNEGO: (19 pkt ECTS)

1.	Język obcy	9	Treści leksykalne: elementy słownictwa specjalistycznego związanego z kierunkiem studiów, Uniwersytet, przedmiot studiów, rodzaje studiów, znaczenie wykształcenia, pozostałe treści obejmują życie codzienne,	ID1A_W14 ID1A_U12 ID1A_U13
----	------------	---	--	----------------------------------

			kulturę, zjawiska społeczne oraz znane problemy współczesnego świata i są zgodne z sylabusem obowiązujących podręczników dla poziomu B2. Treści gramatyczne: Zgodne z sylabusem podręczników przewidzianych dla poziomu B2 i zgodne z wymaganiami Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego Rady Europy. Funkcje językowe: Zgodne z sylabusem podręczników dla poziomu B2 i pozwalające studentom na płynne porozumiewanie się w języku obcym, branie czynnego udziału w dyskusjach, debatach, polemizowanie i wypracowywanie rozwiązań kompromisowych, wyrażanie emocji oraz wyrażanie swoich opinii, argumentowanie i formułowanie swojego punktu widzenia w formie ustnej jak i pisemnej.	ID1A_U14 ID1A_U17
2.	Techniki informacyjno-komunikacyjne	1	Podstawy technik informacyjnych i komunikacyjnych. Użytkowanie komputera. Przetwarzanie tekstów i arkusze kalkulacyjne. Bazy danych. Grafika menedżerska i prezentacyjna. Przeglądanie stron internetowych i komunikacja elektroniczna. Aplikacje naukowo-techniczne.	ID1A_W07 ID1A_U06 ID1A_K02
3.	Ochrona własności przemysłowej i prawa autorskiego	1	Pojęcie i geneza ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego. Prawo autorskie i prawa pokrewne. Autorskie prawa osobiste i majątkowe. Ochrona baz danych. Wynalazki (patent), wzory użytkowe i wzory przemysłowe – ochrona wynalazków. Znaki towarowe i oznaczenia geograficzne - pojęcie i rodzaje znaków towarowych. Zwalczanie nieuczciwej konkurencji. Umowy dotyczące praw autorskich. Ochrona własności przemysłowej.	ID1A_W16 ID1A_K02
4.	Przedsiębiorczość	1	Pojęcie i rodzaje przedsiębiorczości. Przedsiębiorca – pojęcie, zachowania i klasyfikacje. Determinanty wewnętrzne i zewnętrzne rozwoju przedsiębiorczości. Przedsiębiorczość a przedsiębiorstwo. Uwarunkowania, założenie i prowadzenie własnej działalności gospodarczej. Obszary przedsiębiorczości – przedsiębiorczość rodzinna, kobiet, akademicka, społeczna, intelektualna.	ID1A_W15 ID1A_W17 ID1A_K04 ID1A_K05
5.	Przedmiot/przedmioty (zajęcia) z dziedziny nauk humanistycznych lub społecznych	5	Kultura słowa: Językoznawstwo normatywne, norma językowa, błąd, typy błędów językowych, uzus, kodyfikacja normy, kształtowanie zwyczaju językowego; zmiany w języku, ich przyczyny, zapożyczenia i ich rola, obce wpływy na polszczyznę, doskonalenie języka, prawne aspekty ochrony języka polskiego, postawy wobec języka i normy, zagadnienia poprawności ortograficznej i interpunkcyjnej; estetyka słowa, brutalizacja języka, wulgaryzacja i dewulgaryzacja, etykieta językowa,	ID1A_W15 ID1A_U18 ID1A_K03

			etykieta w komunikacji językowej; etyka słowa w komunikacji, manipulacja i perswazja językowa. Filozofia przyrody: Wstęp do filozofii przyrody. Istota filozofii. Podstawowe orientacje w ontologii i epistemologii. Filozofia i jej działy. Etapy rozwojowe filozofii przyrody. Filozofia przyrody w pierwszym okresie filozofii starożytnej. Idealistyczny obraz przyrody. Główne nurty filozoficzne w różnych epokach. Pojęcie natury z filozoficznego punktu widzenia. Filozoficzne zagadnienia współczesnej nauki. Ekofilozofia jako praktyczna filozofia przyrody. Istota i pochodzenie życia oraz filozoficzne interpretacje teorii naukowych. Wpływ rewolucji naukowej i informatycznej na nasz obraz przyrody oraz człowieka. Współcześni filozofowie przyrody i ich poglądy. Znaczenie filozofii przyrody dla człowieka w XXI wieku.	ID1A_W15 ID1A_U18 ID1A_K03
6.	Przedmiot/przedmioty (zajęcia) do wyboru w zakresie wsparcia w procesie uczenia się	2	Technika samokształcenia: Idea edukacji formalnej i pozaformalnej w Polsce i na świecie. Edukacja całościowa. Podstawy psychologiczne sprawności pracy umysłowej. E-learning – jako technologia pozyskiwania informacji. Techniki percepcji i recepcji informacji. Edukacja jako forma terapii poznawczej. Efektywne uczenie się jako metoda planowania kariery zawodowej. Teoria wielorakiej inteligencji H. Gardnera a proces samokształcenia/uczenia się. Możliwości edukacyjne mózgu (prawa i lewa półkula mózgowa). Neurodydaktyka. Aktywizujące metody pracy umysłowej. Techniki zapamiętywania. Mnemotechniki. Socjotechniki. Strategie zapominania. Książka na studiach – analiza tekstu. Metody i narzędzia wykorzystywane w samokształceniu przyrodniczym. Planowanie proaktywne i reaktywne. Wyznaczanie celów. Zasady skutecznego zapamiętywania. Wspieranie rozwoju kariery - metody i narzędzia. Istota pamięci w procesie samokształcenia. Metody zarządzania sobą w czasie. Rozwijanie umiejętności zarządzania czasem. Opracowanie planu indywidualnego rozwoju w samodoskonaleniu. Komunikacja społeczna: istota procesu komunikowania się; komunikacja werbalna i niewerbalna; typy procesu komunikowania, poziomy procesu komunikowania się, wybrane modele komunikowania interpersonalnego, komunikowanie międzyludzkie i jego składniki w praktyce codziennej, komunikowanie się w małych grupach	ID1A_W15 ID1A_U18 ID1A_K03 ID1A_W15 ID1A_U18 ID1A_K03

			i w organizacji; komunikacja a perswazja i manipulacja, propaganda polityczna; komunikacja i płeć; wystąpienia publiczne, globalizacja w komunikowaniu społecznym.	
--	--	--	--	--

PRZEDMIOTY (ZAJĘCIA) PODSTAWOWE/KIERUNKOWE: (132 pkt ECTS)

1.	Podstawy matematyki	4	Elementy logiki matematycznej: rachunek zdań, funkcje zdaniowe, prawa rachunku kwantyfikatorów. Algebra zbiorów. Podstawowe własności funkcji rzeczywistych zmiennej rzeczywistej. Ciągi i szeregi liczbowe. Rachunek różniczkowy funkcji jednej zmiennej. Rachunek macierzowy.	ID1A_W01 ID1A_U01 ID1A_U05 ID1A_U13 ID1A_K01
2.	Inżynieria danych w fizyce	3	Wielkości fizyczne, jednostki, układ SI. Podstawy pomiarów fizycznych. Zbieranie i rejestrowanie danych. Wprowadzenie do analizy danych. Podstawy przetwarzania i wizualizacji danych. Zastosowania fizyki i danych w kontekście inżynierii.	ID1A_W03 ID1A_W04 ID1A_U02 ID1A_U03 ID1A_K01
3.	Fizyka 1	5	Wektor położenia, układ współrzędnych, układ odniesienia. Prędkość punktu materialnego jako pochodna położenia po czasie i ruch przy stałej prędkości. Przyspieszenie i ruch ze stałym przyspieszeniem. Droga jako całka prędkości po czasie. Transformacja Galileusza i prawo składania prędkości. Trzy zasady dynamiki. Ruch pod działaniem stałej siły. Tarcie statyczne i kinetyczne. Energia kinetyczna i potencjalna, zasada zachowania energii mechanicznej. Pęd i zasada zachowania pędu. Układy inercjalne, nieinercjalne i siły bezwładności. Prawo powszechnego ciążenia, praca w polu grawitacyjnym i energia potencjalna. Ruch ziemskiego satelity, pierwsza i druga prędkość kosmiczna. Opis mikroskopowy a makroskopowy układu wielu ciał, liczba Avogadro, mol. Atomy, cząsteczki, gazy, ciecze i ciała stałe. Podstawowe wielkości termodynamiczne: objętość, ciśnienie, praca. Temperatura i zerowa zasada termodynamiki. Równanie gazu doskonałego i bezwzględna skala temperatury. Zasada ekwipartycji energii i energia gazu idealnego. Pierwsza zasada termodynamiki. Procesy: izotermiczny, izobaryczny, izochoryczny, adiabatyczny. Pojemność cieplna, ciepło właściwe. Gaz van der Waalsa jako model gazu rzeczywistego. Diagram fazowy wody, punkt krytyczny, ciecz przegrzana, gaz przechłodzony. Procesy odwracalne i nieodwracalne. Druga zasada termodynamiki. Silnik	ID1A_W03 ID1A_W04 ID1A_W05 ID1A_U02 ID1A_U11 ID1A_K01

			Carnota i jego sprawność.	
4.	Środowisko programisty	2	Polecenia powłoki (bash) systemu Linux: podstawowe operacje na plikach, katalogach, operacje na atrybutach plików. Przekierowania strumieni danych, potoki. Operacje na plikach tekstowych, wyrażenia regularne (przeszukiwanie, sortowanie). Skrypty powłoki bash: argumenty wywołania skryptu, zmienne, zmienne środowiskowe. Skrypty powłoki bash: operacje arytmetyczne i operacje logiczne. Skrypty powłoki bash: interakcja z użytkownikiem, instrukcje warunkowe, pętle i funkcje. System składu tekstu LaTeX: tworzenie dokumentacji, składanie wyrażień matematycznych. System składu tekstu LaTeX: tworzenie prezentacji – klasa beamer. Edycja pliku źródłowego C, wykonanie pliku źródłowego, kompilacja (gcc). Automatyzacja kompilacji – program make.	ID1A_W08 ID1A_U07 ID1A_U10 ID1A_U15 ID1A_K03 ID1A_K04
5.	Wstęp do programowania	5	Podstawy programowania i algorytmiki: algorytm, program, język programowania, rola programowania w inżynierii danych, struktura programu w Pythonie. Typy danych i operatory: typy proste, operatory arytmetyczne i logiczne, wprowadzanie i wyprowadzanie danych. Instrukcje sterujące: instrukcje warunkowe, pętle, zagnieżdżanie instrukcji, przykłady algorytmów iteracyjnych. Obsługa wyjątków. Funkcje i modularność: definicja funkcji, parametry i wartości zwracane, zakres zmiennych, organizacja kodu. Struktury danych: listy, krotki, zbiory, słowniki, operacje na kolekcjach, iterowanie po strukturach danych. Podstawy programowania obiektowego: paradygmat obiektowy, klasa i obiekt, atrybuty i metody, konstruktor, wykorzystanie obiektów w pracy z danymi.	ID1A_W08 ID1A_U07 ID1A_U10 ID1A_K03 ID1A_K04 ID1A_K05
6.	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	6	Podstawy elektryczności i magnetyzmu. Prąd elektryczny stały i sinusoidalnie zmienny. Podstawowe urządzenia elektrotechniczne. Podstawowe prawa obwodów elektrycznych. Podstawowe metody analizy obwodów elektrycznych. Analiza obwodów z elementami RLC. Rezonans w obwodach elektrycznych. Prąd w ciałach stałych. Model pasmowy. Podstawy fizyczne działania elementów półprzewodnikowych. Złącze PN. Podstawowe elementy półprzewodnikowe, modele elementów półprzewodnikowych. Układy scalone. Podstawowe układy elektroniczne, wzmacniacze, generatory. Podstawowe układy cyfrowe, przerzutniki i liczniki, pamięci półprzewodnikowe, systemy	ID1A_W03 ID1A_W04 ID1A_W05 ID1A_W06 ID1A_U03 ID1A_U04 ID1A_K01

			mikroprocesorowe.	
7.	Pracownia podstaw fizyki	2	Doświadczenia przedstawiające podstawowe prawa i zjawiska fizyczne z zakresu kinematyki, dynamiki, fal mechanicznych, termodynamiki, budowy materii, elektryczności i magnetyzmu, fal elektromagnetycznych.	ID1A_W03 ID1A_W04 ID1A_W05 ID1A_U02 ID1A_U03 ID1A_K01
8.	Matematyka	5	Rachunek całkowy funkcji jednej zmiennej. Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych. Elementy optymalizacji. Całki wielokrotne. Wstęp do równań różniczkowych. Własności operacji dwuargumentowej, definicje półgrupy, grupy, pierścienia, ciała. Ciało liczb zespolonych. Przestrzenie wektorowe: definicja przestrzeni wektorowej, przykłady, podprzestrzenie, suma i suma prosta podprzestrzeni. Układy wektorów, baza i wymiar przestrzeni wektorowej. Odwzorowania liniowe, jądro i obraz, macierz odwzorowania. Macierze: działania na macierzach, przestrzeń macierzy. Operacje wierszowe i kolumnowe na macierzach. Pojęcie rzędu i śladu macierzy. Układy równań liniowych, twierdzenie Kroneckera-Capellego, metoda eliminacji Gaussa. Wyznacznik macierzy. Układy Cramera. Macierze osobliwe i nieosobliwe. Macierz odwrotna. Wielomian charakterystyczny macierzy, wartości własne i wektory własne endomorfizmu. Postać diagonalna macierzy, postać kanoniczna macierzy. Macierz i baza Jordana. Iloczyn skalarny. Dekompozycja LU, dekompozycja QR i inne rozkłady macierzy. Rozkład macierzy wg wartości szczególnych (SVD).	ID1A_W01 ID1A_U01 ID1A_U05 ID1A_K01
9.	Fizyka 2	5	Ładunek elektryczny. Prawo Coulomba. Zasada superpozycji. Pole elektrostatyczne i potencjał. Linie sił pola. Prawo Gaussa. Elektrostatyka w ośrodkach materialnych. Kondensatory. Prąd elektryczny. Prawo Ohma. Obwody prądu stałego. Pole magnetyczne. Prawo Biota-Savarta i prawo Ampera. Oddziaływanie pola magnetycznego z ładunkiem elektrycznym. Właściwości magnetyczne materii. Indukcja elektromagnetyczna. Prawo Faradaya. Zjawiska samoindukcji. Równania Maxwella i ich interpretacja fizyczna. Fale elektromagnetyczne: własności, widmo, przenoszenie energii i informacji. Dyfrakcja i interferencja fal elektromagnetycznych. Zasada Huyghensa. Podstawowe zastosowania fal elektromagnetycznych	ID1A_W03 ID1A_W04 ID1A_W05 ID1A_U02 ID1A_U11 ID1A_K01

			w technice i systemach informacyjnych.	
10.	Fizyka 3	6	Ograniczenia fizyki klasycznej i narodziny fizyki współczesnej. Znaczenie fizyki współczesnej w technologii; rola fizyki w rozwoju elektroniki i systemów cyfrowych, dyskretny charakter energii i jego znaczenie praktyczne, zjawiska kwantowe jako źródło nowych możliwości technologicznych, własności przewodników, półprzewodników i izolatorów, wpływ struktury materiału na jego zachowanie elektryczne, zasada działania prostych elementów półprzewodnikowych, znaczenie domieszkowania i warstw materiałowych, elementy półprzewodnikowe jako podstawowe składniki systemów cyfrowych, ograniczenia wynikające z miniaturyzacji, fizyczne podstawy pomiaru i detekcji sygnałów, rola czujników w systemach informatycznych, Fizyka a rozwój technologii przetwarzania danych, znaczenie fizyki we współczesnych technologiach informacyjnych.	ID1A_W03 ID1A_W04 ID1A_W05 ID1A_U02 ID1A_U11 ID1A_K01
11.	Techniki pomiarowe	4	Podstawowe pojęcia miernictwa elektrycznego, najważniejsze metody pomiarowe. Podstawy teorii błędów i niepewności pomiarów. Wzorce jednostek elektrycznych (wzorce elektryczne oparte na definicji zjawiska fizycznego, materialne wzorce wielkości elektrycznych, multimetry wzorcowe i kalibratory). Elektromechaniczne przyrządy pomiarowe (mierniki magnetoelektryczne i elektromagnetyczne, watomierze elektrodynamiczne, liczniki indukcyjne). Przyrządy rejestrujące (oscylloskopy). Układy mostkowe zrównoważone i niezrównoważone. Metody kompensacyjne i komparacyjne. Sygnały pomiarowe i ich przetwarzanie. Kondycjonowanie rezystancji, pojemności i indukcyjności. Przetwarzanie AC/DC. Przetwarzanie napięcia na częstotliwość. Wzmacnianie sygnału (wzmacniacze). Sprzężenie zwrotne w przetwornikach pomiarowych. Jakość przetwarzania sygnału analogowego. Przetwarzanie analogowo-cyfrowe. Wstęp do cyfrowego przetwarzania sygnałów.	ID1A_W03 ID1A_W04 ID1A_W05 ID1A_W06 ID1A_U03 ID1A_U04 ID1A_U05 ID1A_K01
12.	Wprowadzenie do algorytmów	2	Podstawowe pojęcia algorytmiki: algorytm, schemat blokowy, sieć działań, iteracja, rekurencja. Proste algorytmy iteracyjne i rekurencyjne: znajdowanie liczby najmniejszej, liczenie silni, schemat Hornera. Metoda dziel i zwyciężaj: algorytm Min-Max, algorytm przeszukiwania binarnego. Metody przeszukiwania i porządkowania: przeszukiwanie liniowe, interpolacyjne, porządkowanie bąbelkowe, porządkowanie przez wybór.	ID1A_W01 ID1A_W09 ID1A_U01 ID1A_U05 ID1A_U07 ID1A_K01

			Struktury danych: listy, stosy, grafy i drzewa. Programowanie dynamiczne: wyznaczanie liczb Fibonacciego, algorytm Floyda. Programowanie zachłanne i problemy optymalizacyjne: pakowanie najcenniejszego plecaka, minimalne drzewo rozpinające. Algorytmy z powrotami: problem N-królowych. Analiza algorytmów: rozmiar danych wejściowych, operacje dominujące, złożoność czasowa i pamięciowa, klasa algorytmu.	ID1A_K03 ID1A_K04
13.	Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka	6	Przestrzeń probabilistyczna. Aksjomatyczna definicja prawdopodobieństwa. Własności prawdopodobieństwa. Prawdopodobieństwo warunkowe. Twierdzenie o prawdopodobieństwie całkowitym. Wzór Bayesa. Niezależność zdarzeń losowych. Jednowymiarowe zmienne losowe i ich rozkłady prawdopodobieństwa. Dystrybuanta rozkładu prawdopodobieństwa. Funkcje zmiennej losowej. Parametry rozkładu zmiennej losowej. Przykłady rozkładów dyskretnych i ciągłych. Wielowymiarowe zmienne losowe. Twierdzenia graniczne. Podstawowe pojęcia statystyczne. Klasyfikacja cech statystycznych. Projektowanie badania statystycznego. Grupowanie i prezentacja danych statystycznych. Charakterystyki liczbowe struktury zbiorowości: miary położenia, rozproszenia, asymetrii i koncentracji. Próba losowa, rozkłady statystyk z próby. Pojęcie estymatora, własności „dobrych” estymatorów. Podstawowe metody konstruowania estymatorów. Estymacja punktowa i przedziałowa dla parametrów populacji. Zagadnienie minimalnej liczebności próby. Testowanie hipotez statystycznych.	ID1A_W02 ID1A_U01 ID1A_U05 ID1A_U06 ID1A_U15 ID1A_K01
14.	Technologie chmurowe w inżynierii danych	3	Modele usług chmurowych: IaaS, PaaS, SaaS, FaaS, usługi publiczne vs prywatne., CapEx vs OpEx - ekonomika chmury. Przegląd głównych providerów: AWS, GCP, Azure, Oracle Cloud. Podstawy bezpieczeństwa w chmurze: IAM, VPC, encryption. Podstawy usług AWS (Amazon Web Services) dla inżynierii danych. Podstawy usług GCP (Google Cloud Platform) dla inżynierii danych. Podstawy usług Azure (Microsoft Cloud Platform) dla inżynierii danych. Nowoczesne usługi chmurowe w tym m.in. Snowflake, Databricks, Apache, Delta Lake, Github, GitLab, inne. Architektura strumieni danych w chmurze. Przykładowe projekty w technologiach chmurowych.	ID1A_W07 ID1A_W08 ID1A_W10 ID1A_W12 ID1A_U06 ID1A_U07 ID1A_U10 ID1A_U11 ID1A_U15 ID1A_K01
15.	Matematyka dyskretna	4	Rekurencja. Definicje, przykłady: problem wież Hanoi, ciąg	ID1A_W01

			Fibonacciego, ruina gracza. Metody rozwiązywania rekurencji poprzez równanie charakterystyczne i funkcje tworzące. Rekurencje typu dziel i rządź, tw. o rekurencji uniwersalnej. Techniki zliczania kombinatorycznego. Zasada szufladkowa Dirichleta, zasada włączania i wyłączania, przykłady zaawansowanych problemów zliczania. Grafy. Definicje podstawowych pojęć, macierze sąsiedztwa i incydencji, listy incydencji, grafy Eulera, Hamiltona, spójne, planarne, przeszukiwanie grafów, grafy z wagami. Algorytmy na grafach: znajdowanie minimalnego drzewa spinającego, znajdowanie najkrótszej ścieżki. Drzewo Steinera, Mały Świat, kolorowanie wierzchołkowe i krawędziowe grafów i ich zastosowania, algorytmy kolorowania grafów, drzewa etykietowane z wyróżnionym korzeniem, reprezentacja wyrażeń arytmetycznych, notacja polska. Sieci. Sieci zdarzeń, przepływy w sieciach, tw. o minimalnym przekroju i maksymalnym przepływie	ID1A_W09 ID1A_U01 ID1A_U07 ID1A_K01
16.	Organizacja systemów komputerowych	5	Przegląd podstawowych standardów reprezentacji danych. Arytmetyka boolowska. Projektowanie układów kombinacyjnych. Sposoby optymalizacji układów kombinacyjnych. Projektowanie układów sekwencyjnych. Analiza przepływu danych na diagramach czasowych. Działanie podstawowych bloków cyfrowych (sumatory, rejestry, pamięć). Architektura procesorów jedno-cyklowych, wielo-cyklowych, potokowych. Podstawy architektury MIPS. Podstawy języka maszynowego. Mikroarchitektura (architektura jedno- cyklowa, wielo-cyklowa i potokowa). Rodzaje pamięci (cache, pamięć wirtualna).	ID1A_W07 ID1A_W12 ID1A_U05 ID1A_U07 ID1A_K03
17.	Metody numeryczne w zastosowaniach fizycznych	3	Wprowadzenie do błędów numerycznych. Skończone i iteracyjne metody rozwiązywania równań oraz układów równań liniowych i nieliniowych. Średniokwadratowa aproksymacja nieparametryczna fizycznych danych pomiarowych, wielomiany algebraiczne i ortogonalne. Metody minimalizacji funkcji. Dopasowanie parametrów matematycznego modelu fizycznego do danych eksperymentalnych. Całkowanie równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych. Rozwiązywanie numeryczne modeli wybranych zjawisk fizycznych. Zastosowanie metody Monte Carlo w modelowaniu procesów fizycznych.	ID1A_W01 ID1A_W02 ID1A_W09 ID1A_U01 ID1A_U02 ID1A_U05 ID1A_U07 ID1A_U10 ID1A_U11 ID1A_U15 ID1A_K03 ID1A_K04

18.	Pracownia fizyczna	8	W ramach Pracowni studenci wykonują ćwiczenia z różnych działów fizyki (mechaniki, ciepła, elektryczności, magnetyzmu, optyki). Studentów obowiązuje zakres materiału wyznaczonego w pytaniach do każdego ćwiczenia, które są zawarte w instrukcjach do poszczególnych ćwiczeń. Tematyka ćwiczeń, kolejność i sposób wykonywania, wymagania dotyczące sprawozdania i opracowania wyników znajdują się w dokumentacji i programie Pracowni fizycznej.	ID1A_W03 ID1A_W04 ID1A_W05 ID1A_U02 ID1A_U03 ID1A_U15
19.	Procesy stochastyczne w fizyce	4	Definicja, przykłady procesów w układach dyskretnych i ciągłych. Funkcje zmiennych losowych. Transformaty Fouriera i Laplace'a. Funkcja charakterystyczna. Korelacja i widmo mocy, analiza harmoniczna procesów stochastycznych. Procesy stacjonarne. Procesy Markowa i procesy niemarkowskie. Równanie Chapmana-Kołmogorowa. Modele procesów stochastycznych w naukach fizycznych. Procesy urodzin i śmierci. Modele procesów rozpadu substancji promieniotwórczych. Model Malthusa-Verhulsta wzrostu populacji. Modele ruchów Browna. Procesy dyfuzji i dyfuzji z reakcjami chemicznymi. Stabilne rozkłady prawdopodobieństwa, rozkłady „gruboogonowe”. Modele dyfuzji anomalnej: subdyfuzji i superdyfuzji. Definicja i własności pochodnych rzędu ułamkowego. Zastosowania równań różniczkowych z pochodnymi ułamkowymi do opisu wybranych procesów fizycznych, w szczególności procesów dyfuzji anomalnej, interpretacja stochastyczna tych równań.	ID1A_W02 ID1A_W11 ID1A_W13 ID1A_W14 ID1A_U01 ID1A_U05 ID1A_U09 ID1A_U10 ID1A_U14 ID1A_U15 ID1A_K01 ID1A_K03
20.	Statystyka w zastosowaniach fizycznych	5	Testowanie hipotez statystycznych. Błędy możliwe do popełnienia w fizyce doświadczalnej przy testowaniu hipotez. Moc testu statystycznego. Testowanie hipotez o parametrach populacji (testy t-Studenta, jednoczynnikowa analiza wariancji). Testy nieparametryczne. Testy zgodności. Analiza korelacji i wprowadzenie do zagadnienia regresji liniowej. Formy reprezentacji danych wielowymiarowych. Opisowa analiza danych wielowymiarowych. Miary zależności. Metoda głównych składowych i jej interpretacja geometryczna. Wielowymiarowy rozkład normalny. Wybrane testy. Wieloczynnikowa analiza wariancji. Analiza danych jakościowych. Wybrane zagadnienia analizy skupień i klasyfikacji obiektów. Analiza przeżywalności. Analiza niezawodności w technice. Zastosowania symulacji Monte Carlo w fizyce doświadczalnej. Studia przypadków z fizyki i techniki – analiza danych w	ID1A_W02 ID1A_W03 ID1A_W04 ID1A_W11 ID1A_U01 ID1A_U05 ID1A_U06 ID1A_U09 ID1A_U15 ID1A_U16 ID1A_K01

			środowisku obliczeniowym.	
21.	Inżynieria danych astronomicznych	5	Podstawy przetwarzania i analizy danych astronomicznych. Wprowadzenie do typów obiektów astronomicznych zawartych w bazach danych i charakteryzujących je parametrów fizycznych. Źródła danych astronomicznych: obserwacje i ich numeryczna redukcja, symulacje komputerowe. Ocena jakości danych, elementy statystyki obserwacyjnej. Automatyzacja analizy danych. Archiwizacja danych: standard FITS, kompresja plików. Katalogi i systemy baz danych astronomicznych, zarządzanie danymi. Wyszukiwanie informacji w otwartych bazach danych. Wielowymiarowa wizualizacja danych astronomicznych.	ID1A_W02 ID1A_W03 ID1A_W04 ID1A_W07 ID1A_W09 ID1A_W10 ID1A_W11 ID1A_U01 ID1A_U02 ID1A_U05 ID1A_U06 ID1A_U08 ID1A_U09 ID1A_U10 ID1A_U11 ID1A_U13 ID1A_K01 ID1A_K05
22.	Podstawy sieci neuronowych	5	Model neuronu, sigmoid, perceptron, sieć neuronowa, analogia biologiczna. Pamięć asocjatywna i heteroasocjatywna. Uczenie nadzorowane, propagacja wsteczna, uczenie nienadzorowane. Przykłady zastosowań w przetwarzaniu danych. Sieci Hopfielda i Kohonena. Komputerowe modelowanie prostych sieci neuronowych.	ID1A_W07 ID1A_W08 ID1A_W18 ID1A_U07 ID1A_U10 ID1A_K01 ID1A_K02
23.	Sieci komputerowe	4	Podstawowe pojęcia i koncepcje leżące u podstaw sieci komputerowych. Sieci LAN w technologii Ethernet. Protokół IP. Warstwa transportowa: protokoły UDP i TCP. DNS. Sieci bezprzewodowe. Protokoły routingu dynamicznego. Warstwa zastosowań: protokoły FTP i HTTP. Elementy kryptografii. Podstawy bezpieczeństwa: ataki i tunele. Sieci peer-to-peer, NAT i zapory.	ID1A_W07 ID1A_W12 ID1A_U10 ID1A_K01
24.	Bazy danych	4	Typy i modele współczesnych baz danych. Budowa, integralność i normalizacja bazy danych. Relacyjny model bazy danych: organizacja danych, kryteria relacyjności, reguły i relacje. Podstawowe elementy	ID1A_W08 ID1A_W10 ID1A_W14

			i pojęcia relacyjnego modelu danych: tabele i ich projektowanie, typy tabel, klucz podstawowy, klucz obcy, duplikowanie danych, informacje atomowe. Podstawy strukturalnego języka zapytań, SQL: typy danych, tworzenie, modyfikowanie i usuwanie tabel, wypełnianie tabel danymi, zapytania, podzapytania, złączenia, funkcje agregujące, transakcje, więzy integralności. Systemy zarządzania bazą danych i ich funkcje.	ID1A_U06 ID1A_U13 ID1A_U15 ID1A_K03 ID1A_K04
25.	Techniki wizualizacji danych	4	Wprowadzenie do zagadnień związanych z graficzną prezentacją danych w sieci WWW. Wprowadzenie do biblioteki D3. Podstawy wykorzystywanych technologii (HTML, DOM, CSS, Javascript, SVG). Przygotowanie środowiska pracy (serwer WAMP, terminal zinterpreterem języka Python, odwołania do biblioteki D3). Przygotowanie danych (tworzenie znaczników, dowiązywanie danych). Graficzna prezentacja danych (rysowanie za pomocą znaczników div, rysowanie za pomocą znaczników SVG, przygotowywanie różnych typów wykresów). Aktualizacje, przejścia i ruch (skale porządkowe, funkcje nasłuchujące zdarzeń, aktualizowanie funkcji skalujących, łączenie danych za pomocą kluczy). Interaktywność (dowiązanie funkcji nasłuchujących zdarzeń, grupowanie znaczników SVG, odpowiedzi). Układy wykresów (m.in. kołowy, skumulowany, siłowy). Mapy geograficzne (GeoJSON, ścieżki, odwzorowania, kartogram). Eksportowanie (mapy bitowe, pliki PDF, pliki SVG).	ID1A_W06 ID1A_W08 ID1A_W09 ID1A_U05 ID1A_U06 ID1A_K02
26.	Analiza danych eksperymentalnych	4	Dane z dużych układów detekcyjnych: metody zbierania, zapisu, formatowania, selekcionowania online, sprawdzania jakości oraz wizualizacji danych. Zarządzanie danymi, statystyki opisowe, estymacja i weryfikacja hipotez statystycznych. Formaty i struktury dużych zbiorów danych fizycznych. Analiza danych: metody odczytu, selekcji offline, przygotowania graficznego i interpretacji merytorycznej wyników. Korekcja wyników na efekty detektorowe, akceptacyjne i niepożądane efekty fizyczne. Wykorzystanie danych symulacyjnych z modeli opartych na metodzie Monte-Carlo. Analiza przykładowych zbiorów danych uzyskanych w eksperymencie badawczym i danych modelowych.	ID1A_W02 ID1A_W03 ID1A_W04 ID1A_W05 ID1A_W07 ID1A_W08 ID1A_W09 ID1A_W10 ID1A_W11 ID1A_W12 ID1A_U01 ID1A_U02 ID1A_U03 ID1A_U05

				ID1A_U06 ID1A_U09 ID1A_U10 ID1A_U11 ID1A_U12 ID1A_U13 ID1A_K01 ID1A_K04 ID1A_K05
27.	Eksperymentalne źródła danych	5	Źródła danych eksperymentalnych w fizyce i naukach technicznych. Typy danych generowanych przez systemy pomiarowe. Struktura i format danych z nowoczesnych urządzeń badawczych. Kalibracja, korekcje i walidacja danych pomiarowych. Wprowadzenie do technik analitycznych w kontekście danych: dane spektralne (techniki EDXRF, WDXRF, TXRF), dane dyfrakcyjne (XRPD, SCXRD, GIXRD), dane rozpraszania (SAXS, GISAXS), obrazowanie i dane przestrzenne (μXRF, μXRD, μCT). Dane z metod spektroskopowych i czasowych. EPR i NMR jako źródła danych spektralnych wysokiej rozdzielczości. Praktyczne aspekty przetwarzania danych: narzędzia analizy danych i automatyzacja analizy informacji z surowych danych eksperymentalnych. Integracja danych eksperymentalnych z analizą statystyczną.	ID1A_W03 ID1A_W04 ID1A_W05 ID1A_W07 ID1A_W08 ID1A_W09 ID1A_W10 ID1A_W11 ID1A_W12 ID1A_U01 ID1A_U02 ID1A_U03 ID1A_U05 ID1A_U06 ID1A_U09 ID1A_U10 ID1A_U11 ID1A_U12 ID1A_U13 ID1A_K01 ID1A_K04 ID1A_K05
28.	Projekt zespołowy	4	Wybór tematu, ocena pracochłonności projektu, podziału prac w zespole. Wybór technologii koniecznych do realizacji zadania. Przygotowanie wstępnej wizji i koncepcji projektowanego systemu. Projektowanie użytkownika interfejsu. Implementacja systemu; wybór	ID1A_W08 ID1A_W11 ID1A_W13 ID1A_W14

			metody, kolejność prac. Tworzenie dokumentacji technicznej. Testowanie: plany testów, dokumentowanie testów. Wprowadzanie poprawek.	ID1A_W18 ID1A_U15 ID1A_U09 ID1A_U10 ID1A_U13 ID1A_U14 ID1A_U15 ID1A_K01
29.	Bezpieczeństwo systemów komputerowych	4	Wprowadzenie do tematyki bezpieczeństwa, podstawy bezpieczeństwa lokalnego systemu Unix. Zagadnienia przechowywania i ochrony danych. Bezpieczeństwo w sieci TCP/IP, elementy bezpieczeństwa sieciowego systemów typu Unix. Optymalna konfiguracja usług sieciowych, systemy firewall, systemy wykrywania wtargnięć. Wstęp do kryptologii, najważniejsze metody i narzędzia kryptograficzne.	ID1A_W07 ID1A_W08 ID1A_W12 ID1A_W13 ID1A_W16 ID1A_U10 ID1A_K02
30.	Systemy Big Data i przetwarzanie rozproszone	3	Wprowadzenie do Big Data i architektury systemów rozproszonych. Model MapReduce, HDFS, Apache Hadoop, Apache Spark. Bazy danych NoSQL, Data Lake, przetwarzanie w chmurze. Strumieniowe przetwarzanie danych – Apache Kafka, Apache Flink. Skalowalność, niezawodność, bezpieczeństwo danych. Konfiguracja środowiska Hadoop/Spark, operacje na dużych zbiorach danych. Analiza danych w Spark SQL i PySpark. Integracja z bazami NoSQL (MongoDB, Cassandra). Strumieniowe przetwarzanie danych – Kafka Streams. Konteneryzacja i uruchamianie systemów rozproszonych w Docker/Kubernetes	ID1A_W07 ID1A_W08 ID1A_W10 ID1A_W12 ID1A_W18 ID1A_U06 ID1A_U07 ID1A_U08 ID1A_U10 ID1A_U11 ID1A_U15 ID1A_U16 ID1A_K01 ID1A_K03 ID1A_K04 ID1A_K05
31.	Zarządzanie jakością danych i Data Governance	3	Wprowadzenie do zarządzania jakością danych – pojęcia i standardy (ISO 8000, DAMA-DMBOK). Cykl życia danych i znaczenie jakości danych w procesach decyzyjnych. Ramy i struktury Data Governance – polityki, role, odpowiedzialność. Metody pomiaru jakości danych –	ID1A_W07 ID1A_W08 ID1A_W10 ID1A_W12

			kompletność, dokładność, spójność, aktualność. Narzędzia do zarządzania jakością danych i ich integracja z hurtowniami danych. Profilowanie i czyszczenie danych (data profiling, cleansing). Implementacja procesu Data Quality Assessment w środowisku Talend/Informatica. Wykorzystanie narzędzia Great Expectations do walidacji danych. Projekt zespołowy: opracowanie planu wdrożenia Data Governance dla organizacji. Raportowanie i wizualizacja metryk jakości danych.	ID1A_W18 ID1A_U06 ID1A_U07 ID1A_U08 ID1A_U10 ID1A_U11 ID1A_U15 ID1A_U16 ID1A_K01 ID1A_K03 ID1A_K04 ID1A_K05
--	--	--	---	--

PRZEDMIOTY (ZAJĘCIA) DO WYBORU:

(53 pkt ECTS)

1.	Przedmioty z zakresu przygotowania i złożenia pracy dyplomowej	17	Seminarium dyplomowe: Umiejętność zapoznania się z przedstawioną tematyką pracy dyplomowej. Postawienie problemu i znalezienie metody jego rozwiązania. Zbieranie materiałów źródłowych, ich analiza i selekcja, w tym dobór literatury naukowej związanej z tematyką pracy dyplomowej. Analiza wybranego artykułu naukowego związanego z tematyką pracy dyplomowej. Przygotowanie wystąpienia – komunikatu. Referat – jego zadania i realizacja praktyczna. Stawianie tez, dyskusja i ich obrona. Przygotowanie założeń pracy dyplomowej oraz omówienie formalnych i edytorskich zasad jej przygotowania (struktura pracy, formatowanie, styl, podstawowe zasady cytowania i sporządzania bibliografii). Analiza postępów badawczych i projektowych w pracach praktycznych studentów. Przygotowanie dokumentacji pracy oraz prezentacja otrzymanych wyników. Pracownia dyplomowa: Plan pracy, konspekt. Dobór literatury, przypisy, plagiat. Indywidualne konsultacje monitorujące postęp prac (symulacji,	ID1A_W11 ID1A_W12 ID1A_W13 ID1A_W14 ID1A_W18 ID1A_U09 ID1A_U10 ID1A_U11 ID1A_U12 ID1A_U13 ID1A_U14 ID1A_U15 ID1A_U16 ID1A_U17 ID1A_U18 ID1A_K01 ID1A_K02 ID1A_K04 ID1A_K05 ID1A_W11 ID1A_W12
----	--	----	---	--

			zaprogramowanych aplikacji). Zebranie i opracowanie materiałów, napisanie pracy.	ID1A_W13 ID1A_W14 ID1A_W18 ID1A_U09 ID1A_U10 ID1A_U11 ID1A_U12 ID1A_U13 ID1A_U14 ID1A_U15 ID1A_U16 ID1A_U17 ID1A_U18 ID1A_K01 ID1A_K02 ID1A_K04 ID1A_K05
2.	Przedmioty do wyboru poszerzające zainteresowania studentów	36	1. Systemy baz danych: Podstawowe pojęcia z zakresu baz danych i systemów baz danych. Modele baz danych i funkcje systemu zarządzania bazą danych. Sposoby dostępu do bazy danych. Relacyjny model baz danych. Złożone mechanizmy obsługi relacyjnych baz danych. Podstawy skryptowego języka zarządzania bazą danych (np. PHP). Zarządzanie ineternetową bazą danych z wykorzystaniem formularzy i skryptów w wybranym języku (np. PHP). 2. Generatywna sztuczna inteligencja w inżynierii danych: historia AI generatywnej: od Markov Chains do GPT. Definicja i zakres Generatywnej Sztucznej Inteligencji (GenAI). Modele generatywne vs. dyskryminacyjne. Podstawowe paradygmaty: likelihood-based, implicit density, energy-based. Przełomowe technologie GenAI: GANs (2014), Transformers (2017), GPT-3 (2020), ChatGPT (2022). Krajobraz współczesnej Gen AI: OpenAI, Anthropic, Google, Meta, Mistral, xAI. Aplikacje biznesowe i społeczne. Etyczne aspekty i odpowiedzialne użycie GenAI. Podstawy matematyczne GenAI. Autoenkondery. Koncepcja GAN (Generative Adversarial Network). Modele dyfuzyjne.	ID1A_W10 ID1A_W12 ID1A_U06 ID1A_U15 ID1A_K01 ID1A_K03 ID1A_K04 ID1A_W11 ID1A_W12 ID1A_W13 ID1A_U09 ID1A_U10 ID1A_K03 ID1A_K05

			Modele generacji obrazu. Modele typu "text-to-image". Transformery. Duże Modele Językowe LLM (GPT, Claude, Gemini, Llama, Grok, Bielik, itp.). Trenowanie i tuning LLM. Zaawansowana metofy i techniki inżynierii promptu. Metodyy RAG (Retrieval-Augmented Generation). Agenci AI. Metryki GenAI. Współpraca człowiek-AI.	
			3. Uczenie maszynowe: Wstępna analiza i przetwarzanie danych. Uczenie nadzorowane. Drzewa decyzyjne. Sztuczne sieci neuronowe. Problemy klasyfikacji i regresji. Uczenie nienadzorowane. Analiza skupień. Uczenie ze wzmocnieniem. Kontrola. Optymalizacja. Ewaluacja skuteczności.	ID1A_W07 ID1A_W08 ID1A_W11 ID1A_W12 ID1A_U07 ID1A_U10 ID1A_U11 ID1A_K03
			4. Głębokie uczenie: Zaawansowana analiza i przetwarzanie danych. Zaawansowane uczenie nadzorowane. Głębokie sieci neuronowe. Problemy detekcji i segmentacji. Zaawansowane uczenie nienadzorowane. Głębokie uczenie ze wzmocnieniem. Uczenie transferowe. Dane wielomodalne (obrazy, dźwięki, szeregi czasowe).	ID1A_W07 ID1A_W08 ID1A_W11 ID1A_W12 ID1A_U07 ID1A_U10 ID1A_U11 ID1A_K03
			5. Algorytmy eksploracji danych: Wprowadzenie do eksploracji danych. Rodzaje zadań eksploracji danych. Grupowanie i segmentacja danych. Ocena jakości maszyn klasyfikujących i regresyjnych, testowanie, krosvalidacja. Klasyfikator Bayesa. Drzewa klasyfikujące. Wykrywanie reguł asocjacyjnych. Analiza semantyczna, przetwarzanie języka naturalnego.	ID1A_W07 ID1A_W09 ID1A_U06 ID1A_U07 ID1A_U10 ID1A_K02 ID1A_K03 ID1A_K05
			6. Projektowanie wspomagane komputerowo: Zapoznanie z pakietem FreeCAD. Omówienie interfejsu, struktury dokumentu. Tworzenie i edycja brył, wyciąganie brył. Tworzenie dwuwymiarowego szkicu	ID1A_W07 ID1A_U06 ID1A_K02

			w oparciu o więzy. Dodawanie, odejmowanie i łączenie brył. Tworzenie modelu trójwymiarowego. Modelowanie obiektów tekstowych rysunku. Wymiarowanie. Rzuty i przekroje rysunku. Przygotowanie do drukowania. Oświetlenie i rendering. Skrypty i makra. Drukowanie 3D.	
			7. Metody sztucznej inteligencji w analizie danych: Podstawowe pojęcia i definicje AI. Historia i ewolucja metod sztucznej inteligencji. Przygotowanie danych dla algorytmów AI. Podstawowe metody uczenia maszynowego. Uczenie głębokie w analizie danych. Algorytmy ewolucyjne i genetyczne. Przetwarzanie języka naturalnego (NLP). Techniki analizy głosu. Wizja komputerowa. Małe model językowe. Duże modele językowe (LLM). Inżynieria promptów. Systemy RAG (Retrieval-Augmented Generation). Fine-tuning i adaptacja modeli. Multimodalne modele AI. Agenci AI i autonomiczne systemy. Graficzne sieci neuronowe. Interpretacja i ewaluacja nowoczesnych modeli AI. Etyka, bezpieczeństwo i odpowiedzialne AI.	ID1A_W07 ID1A_W08 ID1A_W11 ID1A_W12 ID1A_W18 ID1A_U06 ID1A_U09 ID1A_U10 ID1A_K01 ID1A_K02 ID1A_K04 ID1A_K05
			8. Programowanie w języku C#: Wprowadzenie do .NET Framework z wykorzystaniem Microsoft Visual C#. Sposoby debugowania programów. Składnia języka C#. Tryby dostępu do składników klas, ukrywanie informacji. Przestrzeń nazw. Inicjowanie instancji klas. Odwoływanie do atrybutów. Operatory i ich przeciążenia. Dziedziczenie klas. Dziedziczenie wielobazowe. Polimorfizm. Wyjątki i ich obsługa. Tworzenie GUI z wykorzystaniem WinForm, WPF.	ID1A_W13 ID1A_U07 ID1A_U10 ID1A_U15 ID1A_K02 ID1A_K03 ID1A_K04
			9. Technologie .NET: Biblioteki i klasy .NET Framework. Metody dostępu do danych w technologii ADO.NET. Omówienie koncepcji LINQ, zasad serializacji obiektów, wprowadzenie do technologii XML, XAML, oraz zasad budowania aplikacji webowych w technologii ASP.NET. Platforma Micro Framework i jej zastosowania. Technologia SPOT.	ID1A_W13 ID1A_U07 ID1A_U10 ID1A_U15 ID1A_K03 ID1A_K04
			10. Przetwarzanie obrazów: Percepcja, akwizycja i reprezentacja obrazów cyfrowych. Przekształcenia geometryczne. Przekształcenia punktowe i arytmetyczne. Filtracja cyfrowa w dziedzinie przestrzennej,	ID1A_W13 ID1A_U07 ID1A_U10

			w dziedzinie częstotliwościowej. Przekształcenia morfologiczne. Barwy i metody ich reprezentacji. Przetwarzanie obrazów barwnych. Metody bezstratnej i stratnej kompresji obrazów. 11. Zarządzanie projektami w inżynierii danych: Specyfika projektów data engineering vs tradycyjne projekty IT. Cykl życia projektu danych: od koncepcji do wdrożenia. Role w projektach danych: data engineer, data analyst, data scientist, product owner, Stakeholders w projektach danych: business, IT, compliance. Kluczowe wyzwania: jakość danych, integracje, skalowanie. Metryki sukcesu projektów danych. Portfolio, program, projekt - różnice i zarządzanie. Metodyki tradycyjne zarządzania projektami - Waterfall i PRINCE2. Agile w projektach danych. Scrum dla zespołów inżynierów danych. Kanban i Lean w inżynierii danych. DevOps i DataOps. Zarządzanie ryzykiem w projektach danych. Narzędzia i platformy do zarządzania projektami z wykorzystaniem danych. 12. Wirtualizacja środowisk serwerowych: Wprowadzenie do wirtualizacji. Narzędzia do wirtualizacji. Architektura systemów wirtualizacji. Komunikacja sieciowa w środowiskach wirtualnych. Mechanizmy dostępu do przestrzeni dyskowej. Tworzenie i utrzymanie maszyn wirtualnych. Środowiska rozproszone. Systemy o wysokiej dostępności. Równoważenie ruchu sieciowego. Wykonywanie kopii zapasowych i odtwarzanie systemów zwirtualizowanych. 13. Aplikacje internetowe: Podstawowe składniki architektury WWW. Język HTML 5.0. Kaskadowe arkusze stylów. Javascript. Bootstrap. PHP i MySQL.	ID1A_U15 ID1A_K03 ID1A_K04 ID1A_W07 ID1A_W08 ID1A_W12 ID1A_W13 ID1A_W16 ID1A_U06 ID1A_U10 ID1A_U14 ID1A_U15 ID1A_U16 ID1A_U18 ID1A_K01 ID1A_K02 ID1A_W07 ID1A_W08 ID1A_W12 ID1A_U06 ID1A_U07 ID1A_U10 ID1A_U15 ID1A_K01 ID1A_K03 ID1A_K04 ID1A_W07 ID1A_W08 ID1A_W09 ID1A_U05 ID1A_U06 ID1A_U12 ID1A_U18
--	--	--	--	--

			14. Metody matematyczne w fizyce: Elementy rachunku wektorowego. Bazy ortogonalne i ortonormalne. Operatory liniowe, hermitowskie i unitarne. Transformata Fouriera i transformata Laplace'a. Rozwiązanie równań różniczkowych z zastosowaniami w fizyce. Równania różniczkowe cząstkowe. Całki funkcji wielu zmiennych. Całki krzywoliniowe. Operatory pola. 15. Budowa materii: Hierarchiczna struktura materii. Cząstki elementarne i jądra atomowe. Atomy i zjawiska kwantowe. Cząsteczki i wiązania. Materia skondensowana. 16. Fizyka klasyczna: Mechanika układu N punktów materialnych. Formalizm Newtona. Mechanika układów z więzami. Formalizm Lagrange'a. Formalizm kanoniczny. Chaos deterministyczny. 17. Metrologia: Rozwój historyczny. Znaczenie praktyczne i cywilizacyjne metrologii. Aspekty formalne pomiarów wielkości fizycznych. Pomiary podstawowych wielkości fizycznych. Interpretacja wyników pomiarów. Jednostki i wzorce wielkości fizycznych. Spójność wyników pomiarów. Metrologia kwantowa. Pomiary wielkości	ID1A_K01 ID1A_K02 ID1A_K04 ID1A_W01 ID1A_W11 ID1A_W13 ID1A_W14 ID1A_U01 ID1A_U09 ID1A_U10 ID1A_U13 ID1A_K01 ID1A_K03 ID1A_W03 ID1A_W04 ID1A_U01 ID1A_U02 ID1A_U05 ID1A_U13 ID1A_U17 ID1A_K01 ID1A_K03 ID1A_K04 ID1A_W03 ID1A_W04 ID1A_U02 ID1A_K01 ID1A_W03 ID1A_W04 ID1A_W05 ID1A_W12 ID1A_W12
--	--	--	--	--

			mechanicznych, elektromagnetycznych i termodynamicznych. Pomiary przepływów. Pomiary promieniowania jonizującego. Wzorce wielkości fizycznych. Fundamentalne stałe fizyczne. Formalne aspekty i organizacja systemu jednostek metrologicznych. Kierunki rozwoju współczesnej metrologii. 18. II Pracownia fizyczna: W ramach II Pracowni fizycznej studenci wykonują zaawansowane ćwiczenia z zakresu fizyki eksperymentalnej z różnych działów fizyki, m.in. optyki, fizyki molekularnej, atomowej, termodynamiki. 19. III Pracownia fizyczna: Eksperymenty z wykorzystaniem zaawansowanych urządzeń badawczo-pomiarowych z zakresu rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej, tomografii komputerowej, dyfrakcji i reflektometrii rentgenowskiej, spektroskopii fotoelektronów w zakresie promieniowania X, badania topografii powierzchni materiałów, dyfuzyjnego transportu substancji. 20. Programowanie aparatury pomiarowej: Przykłady aplikacji współpracujących z urządzeniami pomiarowymi. Środowisko LabVIEW. Metody programowania graficznego i składnia języka G. 21. Nanofizyka: Klasyfikacja i własności nanoukładów. Metody wytwarzania nanoukładów i projektowania ich własności. Nanocząstki w przyrodzie i ich rola. Metody badania własności cienkich warstw oraz drutów i kropek kwantowych. Wybrane zastosowania nanostruktur w fizyce półprzewodników. Wykorzystanie litografii w nowoczesnych	ID1A_W14 ID1A_U02 ID1A_U03 ID1A_U05 ID1A_U10 ID1A_U13 ID1A_K01 ID1A_W03 ID1A_W04 ID1A_W05 ID1A_U02 ID1A_U03 ID1A_U15 ID1A_W03 ID1A_W04 ID1A_W05 ID1A_U02 ID1A_U03 ID1A_U15 ID1A_W07 ID1A_W08 ID1A_W12 ID1A_W13 ID1A_U06 ID1A_U07 ID1A_U10 ID1A_K01 ID1A_W03 ID1A_W04 ID1A_W05 ID1A_W12 ID1A_W13
--	--	--	--	--

			technologiach. Nanotechnologie w mikroelektronice i optoelektronice.	ID1A_U02 ID1A_U03 ID1A_U13 ID1A_K01 ID1A_K04
			22. Nanomateriały i ich zastosowania: Podstawowe własności nanomateriałów. Nanomateriały w przyrodzie. Metody wytwarzania nanomateriałów. Metody badania nanoukładów. Nanomateriały i ich ograniczenia. Wybrane nanotechnologie z zakresu techniki (mikroelektronika, optoelektronika). Rola i wykorzystanie nanomateriałów w biologii i medycynie. Wybrana aparatura badawcza stosowana w badaniach nanomateriałów. Inżynieria nanomateriałów.	ID1A_W03 ID1A_W04 ID1A_W05 ID1A_W12 ID1A_W13 ID1A_U02 ID1A_U03 ID1A_U13 ID1A_K01 ID1A_K04
			23. Podstawy fizyki kwantowej: Dualizm korpuskularno-falowy. Ogólne charakterystyki widm atomów, promieniowanie ciała doskonale czarnego, model Bohra atomu wodoru, kwantowanie momentu pędu, spin, fermiony i bozony, zasada Pauliego, hipoteza de Broglie'a. Równanie Schrödingera. Funkcja falowa i jej interpretacja fizyczna. Eelacje nieoznaczoności Heisenberga. Kwantowanie jako zagadnienie własne. Amplitudy prawdopodobieństwa. Stan układu w mechanice klasycznej i mechanice kwantowej. Przykłady zastosowania równania Schrödingera.	ID1A_W01 ID1A_W04 ID1A_U01 ID1A_U02 ID1A_K01 ID1A_K03
			24. Wstęp do fizyki jądrowej: Krótka historia rozwoju fizyki jądrowej. Jądro atomowe (izotopy, izobary, izotony, izomery). Własności jąder trwałych i podstawowe parametry jąder atomowych. Siły jądrowe. Energia wiązania jąder atomowych, deficyt masy. Ładunek elektryczny jąder atomowych, spin i moment magnetyczny nukleonów, oddziaływanie nadsubtelne. Modele budowy jąder atomowych. Rozpady promieniotwórcze (rodziny promieniotwórcze). Widmo promieniowania. Reakcje jądrowe. Przemiany jądrowe. Naturalne i sztuczne źródła promieniowania.	ID1A_W03 ID1A_W04 ID1A_W05 ID1A_U02 ID1A_U03 ID1A_U05 ID1A_K01 ID1A_K04 ID1A_K05

			25. Astronomia: Elementy astronomii sferycznej. Budowa Układu Słonecznego. Gwiazdy: podstawy heliofizyki, typy widmowe gwiazd, ich wewnętrzna budowa i źródła energii, ewolucja. Materia międzygwiazdowa. Galaktyki: klasyfikacja morfologiczna, budowa i ewolucja. Wielkoskalowa struktura Wszechświata. Ewolucja Wszechświata, modele kosmologiczne.	ID1A_W01 ID1A_W03 ID1A_W04 ID1A_W09 ID1A_U01 ID1A_U02 ID1A_K01 ID1A_K05
			26. Ekonofizyka: Podstawowe pojęcia z ekonomii. Funkcjonowanie rynków finansowych. Elementy teorii gier. Procesy losowe. Wycena opcji. Ryzyko rynkowe. Teoria portfela. Dynamika liniowa i chaotyczna.	ID1A_W07 ID1A_W10 ID1A_W12 ID1A_W13 ID1A_U06 ID1A_U07 ID1A_U10 ID1A_U11 ID1A_U15 ID1A_U16 ID1A_K01 ID1A_K03
			27. Komputery kwantowe: Liczby zespolone i macierze zespolone. Opis jednego kubitu. Operacje na jednym kubicie. Klasyczny i kwantowy spacer losowy. Dwa kubity – wprowadzenie i opis. Twierdzenie o zakazie klonowania, stan Bella. Trzy kubity i więcej. Kryptografia klasyczna i kwantowa. Algorytm Grovera / wyszukiwania. Stan Greenbergera–Horne’a–Zeilingera. Wyżarzanie kwantowe (quantum annealing).	ID1A_W03 ID1A_W04 ID1A_W07 ID1A_U02 ID1A_U07 ID1A_K01
			28. Metodologia badań naukowych: Nauka i wiedza naukowa, podstawy pracy naukowej i prowadzenia badań. Charakterystyka metod, technik i narzędzi badawczych. Formułowanie celów i hipotez badawczych. Publikacja badań naukowych. Bazy danych artykułów naukowych. Analiza wybranych artykułów naukowych. Budowa instrumentu badawczego. Rodzaje zmiennych w modelach naukowych oraz skale do pomiaru zmiennych, rodzaje zależności pomiędzy zmiennymi. Przykłady	ID1A_W13 ID1A_W14 ID1A_U11 ID1A_U12 ID1A_U13 ID1A_U16 ID1A_U17

			badań interdyscyplinarnych. Badania naukowe w fizyce medycznej. Zastosowanie badań naukowych w rozwiązywaniu problemów. 29. Zielona transformacja: Zagrożenia środowiska barierami rozwoju człowieka. Społeczno- ekonomiczne konsekwencje zmian klimatu. Zielona transformacja jako narzędzie zrównoważonego rozwoju. Wybrane obszary zielonej transformacji w gospodarce (energetyka, gospodarka wodą, gospodarka odpadami). Polityka zielonej transformacji. Od gospodarki liniowej do gospodarki w obiegu zamkniętym. Zielona transformacja miast. 30. Energetyka jądrowa: Pierwsze eksperymenty i odkrycia związane z rozszczepieniem jądra atomowego. Techniczne możliwości rozszczepienia jądra atomowego. Struktura organizacyjna międzynarodowych i krajowych organizacji nadzoru nad ochroną radiologiczną. Rozwój reaktorów badawczych. Techniki jądrowe w medycynie i innych gałęziach przemysłu. Reaktory mobilne i napędowe. Jądrowe źródła energii w satelitach. Pierwsze elektrownie jądrowe. Znaczenie energetyki jądrowej. Reaktory energetyczne. Aspekty prawne związane z funkcjonowaniem obiektów jądrowych. Narażenia na promieniowanie jonizujące w obiektach jądrowych oraz monitoring środowiska. Zagrożenia podczas awarii, plany awaryjne oraz przykłady awarii. 31. Historia nauki: Początki nauki, kształtowanie się podstawowych pojęć. Najważniejsze dokonania starożytności. Zapaść wieków średnich, nastanie renesansu i podboje geograficzne. Narodziny i rozwój uniwersytetów. Przełom kopernikański, Kepler, Galileusz, Kartezjusz. Empiryzm i racjonalizm. Newton i ukształtowanie się metody naukowej. Związek nauki i techniki. Darwin i ewolucjonizm. Triumfy nauki XIX wieku. Narodziny nowej fizyki. Kosmologia. Bomba atomowa i podbój kosmosu. Komputery i internet. Inżynieria genetyczna i klonowanie. 32. Biostatystyka: Wprowadzenie do biostatystyki. Rodzaje danych statystycznych - w kontekście zastosowań medycznych. Rozkłady i statystyka opisowa danych medycznych i wizualizacja danych. Rodzaje	ID1A_K01 ID1A_W13 ID1A_U13 ID1A_W18 ID1A_K01 ID1A_K03 ID1A_W03 ID1A_W04 ID1A_W05 ID1A_U02 ID1A_U03 ID1A_K01 ID1A_K04 ID1A_K05 ID1A_W13 ID1A_U13 ID1A_K03 ID1A_W02 ID1A_W07 ID1A_W08
--	--	--	---	--

			wnioskowania statystycznego. Estymacja punktowa i przedziałowa parametrów populacji zwykle stosowanych w zastosowaniach medycznych. Testowanie hipotez statystycznych (dane medyczne). Metody nieparametryczne. Testy dobroci dopasowania. Test niezależności. Metody regresji i korelacji. Analiza wariancji. Planowanie badań w medycynie. Randomizowanie badań. Badania kohortowe. Badania przekrojowe. Ocena statystyczna testów diagnostycznych. Wyznaczanie i interpretacja krzywych ROC. Regresja logistyczna. Analiza przeżycia.	ID1A_U01 ID1A_U05 ID1A_U06 ID1A_U13 ID1A_K01
			33. Podstawy matematyki finansowej: Zmienność wartości pieniądza w czasie. Akumulacja, dyskontowanie. Intensywność oprocentowania. Strumienie płatności. Ratalna spłata zadłużenia, koszt kredytu, kredyty walutowe, ryzyka kredytowe. Podstawowe instrumenty dłużne: weksle, certyfikaty, bony skarbowe, obligacje. Wycena instrumentów dłużnych i finansowych. Rentowność inwestycji.	ID1A_W01 ID1A_W11 ID1A_W13 ID1A_W14 ID1A_U01 ID1A_U09 ID1A_U13 ID1A_U14 ID1A_K01 ID1A_K03 ID1A_K04 ID1A_K05
			34. Ekonometria: Liniowy model ekonometryczny jednej i wielu zmiennych. Jakość dopasowania modelu. Metoda najmniejszych kwadratów, inne metody estymacji. Klasyczne założenia modelu i ich wpływ na własności estymatorów. Testy dotyczące struktury deterministycznej i stochastycznej modelu. Statystyczne metody doboru zmiennych do modelu. Modele nieliniowe. Zmienne sztuczne. Zmienne opóźnione. Predykcja na podstawie modelu ekonometrycznego. Błędy prognoz ex post i ex ante. Modele wielorównaniowe. Identyfikacja i estymacja równań modelu.	ID1A_W01 ID1A_W11 ID1A_W13 ID1A_W14 ID1A_U01 ID1A_U09 ID1A_U13 ID1A_U14 ID1A_K01 ID1A_K03 ID1A_K04 ID1A_K05

			35. Ekonomia matematyczna: Analiza równowagi. Matematyczna teoria popytu. Przestrzeń towarów. Relacja preferencji. Funkcja użyteczności. Krzywe obojętności. Funkcja popytu. Teoria produkcji. Przestrzenie produkcyjne. Efektywności produkcji. Równowaga konkurencyjna, rynkowa i optimum Pareta. Analiza wzrostu. Stabilność równowagi konkurencyjnej. Długookresowa równowaga wzrostu.	ID1A_W01 ID1A_W11 ID1A_W13 ID1A_W14 ID1A_U01 ID1A_U09 ID1A_U13 ID1A_U14 ID1A_K01 ID1A_K03 ID1A_K04 ID1A_K05
			36. Podstawy kryptografii: Kryptografia z kluczem symetrycznym. System S-DES. Kryptografia z kluczem publicznym. Wymiana kluczy Diffiego-Hellmana. Systemy RSA, ElGamal. System plecakowy. Podpis cyfrowy RSA. Krzywe eliptyczne. Wymiana kluczy z wykorzystaniem krzywych eliptycznych. Podpis cyfrowy z wykorzystaniem krzywych eliptycznych. Metody faktoryzacji liczb całkowitych. Generacja liczb pseudolosowych.	ID1A_W02 ID1A_W13 ID1A_W14 ID1A_U01 ID1A_U10 ID1A_U13 ID1A_K01 ID1A_K03 ID1A_K04 ID1A_K05
			37. Teoria gier: Konflikt interesów w działalności ekonomicznej i jego ujęcie teoriogrowe. Gry w postaci strategicznej. Strategie czyste i mieszane. Dominacje strategii. Strategie równowagi i ich znaczenie. Równowaga Nasha. Gry dwuosobowe. Gry o sumie zerowej. Gry o sumie niezerowej. Gry ewolucyjne. Scenariusz ewolucji. Strategia stabilna ewolucyjnie. Gry kooperacyjne. Indeks Shapley'a. Negocjacje w grze.	ID1A_W01 ID1A_W02 ID1A_U05 ID1A_U10 ID1A_K01

PRAKTYKI (wymiar, zasady i forma):

(6 pkt ECTS)

PRAKTYKI (wymiar, zasady i forma): 120 godzin Praktyka realizowana w różnych zakładach pracy (np. przedsiębiorstwach i firmach informatycznych, laboratoriach, ośrodkach naukowych) umożliwiających	6	Szczegółowe treści programowe ustalane są przez wyznaczonego w placówce, w której student odbywa praktykę, opiekuna nadzorującego pracę studenta. Celem praktyk jest: - rozwijanie umiejętności stosowania zdobytej wiedzy teoretycznej	ID1A_W12– W18 ID1A_U06-U07 ID1A_U10 ID1A_U12
---	---	--	---

pełną realizację jej szczegółowego programu.		w praktyce, - poznanie funkcjonowania określonej instytucji, - poznanie specyfiki pracy na różnych stanowiskach, w różnych branżach merytorycznie związanych z kierunkiem studiów, - poznanie praktycznych zagadnień związanych z pracą na stanowiskach zgodnych z wybraną specjalnością, - poznanie własnych możliwości na rynku pracy, nawiązanie kontaktów zawodowych.	ID1A_U13 ID1A_U15 ID1A_U16 ID1A_U18 ID1A_K01–K05
--	--	---	--

razem	210
-------	-----

Studentów studiów stacjonarnych (dotyczy programu studiów pierwszego stopnia i jednolitych studiów magisterskich) **obowiązują zajęcia z wychowania fizycznego w wymiarze nie mniejszym niż 60 godzin.**

Studentów obowiązuje szkolenie dotyczące bezpiecznych i higienicznych warunków kształcenia, w wymiarze nie mniejszym niż 4 godziny, w zakresie uwzględniającym specyfikę kształcenia w uczelni i rodzaj wyposażenia technicznego wykorzystywanego w procesie kształcenia.

Studentów obowiązują zajęcia z pierwszej pomocy przedmedycznej w wymiarze: 5 godzin (na kierunkach studiów nauczycielskich) lub 4 godzin (na pozostałych kierunkach studiów).

Studentów obowiązuje szkolenie biblioteczne w wymiarze 2 godzin.

Zajęciom tym nie przypisuje się punktów ECTS.

Dodatkowo studentów obcokrajowców na studiach stacjonarnych: pierwszego stopnia oraz jednolitych magisterskich (oprócz English Division) obowiązuje język polski – lektorat w wymiarze 4 ECTS.

13. **Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu kształcenia: Osoba prowadząca przedmiot określa szczegółowe efekty uczenia się i formę ich weryfikacji, a następnie umieszcza je w karcie przedmiotu.**

Osiągnięcie wszystkich efektów uczenia się określonych dla poszczególnych zajęć oznacza realizację założonej koncepcji kształcenia na kierunku i uzyskanie efektów kierunkowych. Weryfikacja i ocena efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu kształcenia odbywa się poprzez:

- **prace etapowe** - realizowane przez studenta w trakcie studiów takie jak: kolokwia, sprawdziany, prace zaliczeniowe, referaty, prezentacje, sprawozdania laboratoryjne, projekt – według instrukcji przygotowanej przez prowadzącego zajęcia; wszystkie dodatkowe formy wymagają dodatkowych instrukcji,
- **egzaminy pisemne i ustne** - forma egzaminu określana jest przez osobę prowadzącą przedmiot i zawarta w karcie przedmiotu, pytania przygotowane do egzaminu nie powinny wychodzić poza treści zawarte w karcie przedmiotu realizowanych w ramach zajęć,
- **zaliczenia i zaliczenia z oceną** - prowadzący zajęcia określa kryteria oceny, podaje jej składowe i uzasadnia w sposób opisowy ocenę otrzymaną przez studenta,
- **proces dyplomowania** - ocenianie pracy inżynierskiej przez promotora i recenzenta, zdanie egzaminu dyplomowego,
- **praktyki studenckie** - efekty uczenia się uzyskiwane w ramach praktyk studenckich są dopełnieniem koncepcji kształcenia. Weryfikacja efektów następuje zgodnie z regulaminem praktyk na poszczególnych kierunkach,
- **osiągnięcia kół naukowych** - informacja zwrotna poprzez uzyskiwane recenzje zewnętrzne (publikacje naukowe, wystąpienia na konferencjach, przyznane stypendium Rektora i Ministra),
- **badanie losów absolwentów** - poprzez uzyskiwanie informacji zwrotnych z zakresu uzyskanej wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych i ich przydatności na rynku pracy,
- **badanie opinii pracodawców** - opiniowanie przez pracodawców programów studiów, w tym zakładanych efektów uczenia się i metod ich weryfikowania.

Formy i metody prowadzenia zajęć oraz kryteria oceny i jej składowe określa karta przedmiotu (zajęć).

Wszystkie formy weryfikacji osiągnięć studenta uzyskanych w ramach zajęć w danym semestrze odnotowuje się w kartach okresowych osiągnięć studenta.