

Załącznik

do uchwały nr 68 Senatu Uniwersytetu Warszawskiego z dnia 30 kwietnia 2025 r. w sprawie zmiany uchwały nr 38 Senatu Uniwersytetu Warszawskiego z dnia 17 marca 2021 r. w sprawie programu studiów na kierunku studiów *Machine Learning*

„Załącznik

do uchwały nr 38 Senatu Uniwersytetu Warszawskiego z dnia 17 marca 2021 r. w sprawie programu studiów na kierunku studiów *Machine Learning*

PROGRAM STUDIÓW
Machine Learning

nazwa kierunku studiów	Machine Learning
nazwa kierunku studiów w języku angielskim / w języku wykładowym	Machine Learning
język wykładowy	język angielski
poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
poziom PRK	7
profil studiów	profil ogólnoakademicki
liczba semestrów	4
liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów	120
forma studiów	studia stacjonarne
tytuł zawodowy nadawany absolwentom (nazwa kwalifikacji w oryginalnym brzmieniu, poziom PRK)	magister
liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia	62
liczba punktów ECTS w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych (nie mniej niż 5 ECTS)	5

Przyporządkowanie kierunku studiów do dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, w których prowadzony jest kierunek studiów

Dziedzina nauki	Dyscyplina naukowa	Procentowy udział dyscyplin	Dyscyplina wiodąca (ponad połowa efektów uczenia się)
nauki ścisłe i przyrodnicze	informatyka	100%	tak
Razem:	-	100%	-

Efekty uczenia się zdefiniowane dla programu studiów odniesione do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji dla kwalifikacji na poziomach 6-7 uzyskiwanych w ramach systemu szkolnictwa wyższego i nauki po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 4

Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Efekty uczenia się	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK
Wiedza: absolwent		
K_W01	zna podstawowe zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości, wykorzystującej wiedzę z zakresu informatyki.	P7S_WK
K_W02	rozumie uwarunkowania ekonomiczne, prawne i etyczne związane z działalnością w zawodach informatycznych, badawczych i dydaktycznych.	P7S_WK
K_W03	zna pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego oraz konieczność zarządzania zasobami własności intelektualnej.	P7S_WK
K_W04	rozumie podstawowe dylematy współczesnej cywilizacji.	P7S_WK
K_W05	zna w pogłębionym stopniu - podstawową wiedzę z działów matematyki niezbędnych do studiowania uczenia maszynowego (rachunek prawdopodobieństwa, statystyka, analiza wielowymiarowa, i algebra liniowa).	P7S_WG
K_W06	ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie podstawowych technik uczenia maszynowego oraz metodologii konstruowania i prowadzenia badań z tego zakresu.	P7S_WG
K_W07	ma podbudowaną teoretycznie i uporządkowaną wiedzę w zakresie podstawowych technik statystycznych wykorzystywanych w modelowaniu i analizie danych.	P7S_WG
K_W08	ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie uczenia maszynowego ze szczególnym uwzględnieniem algorytmów uczenia sieci neuronowych oraz architektur sieci konwolucyjnych i rekurencyjnych.	P7S_WG
K_W09	zna techniki wielkoskalowego przetwarzania danych używane w kontekście uczenia maszynowego.	P7S_WG
K_W10	zna współczesne metody rozpraszania i zrównoleglania obliczeń.	P7S_WG
K_W11	ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie sterowania robotami ze szczególnym uwzględnieniem kinematyki ruchu, planowania jego przebiegu i orientacji w przestrzeni.	P7S_WG
K_W12	ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę na temat klasyfikacji obrazów oraz detekcji obiektów na obrazie	P7S_WG
K_W13	zna metodyki, zagadnienia i techniki oraz narzędzia służące do przetwarzania języka naturalnego	P7S_WG
K_W14	zna własności algorytmów uczenia ze wzmocnieniem, wie kiedy które zastosować i jak zaimplementować najważniejsze z nich ze szczególnym uwzględnieniem klasy algorytmów opartych na gradiencie polityki, z klasy opartych na wartości oraz z klasy aktor-krytyka	P7S_WG
K_W15	zna zaawansowane metody wstępnej obróbki danych, w tym metody redukcji wymiaru danych i ekstrakcji	P7S_WG

	cech.	
Umiejętności: absolwent potrafi		
K_U01	komunikować się na tematy informatyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców; prowadzić debatę; przygotować prezentację (artykuł) z użyciem narzędzi informatycznych.	P7S_UK
K_U02	posługiwać się językiem angielskim na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego, ze szczególnym uwzględnieniem terminologii informatycznej.	P7S_UK
K_U03	samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie i ukierunkowywać innych w tym zakresie.	P7S_UU
K_U04	kierować pracą zespołu; współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych i podejmować wiodącą rolę w zespołach.	P7S_UO
K_U05	formułować i testować hipotezy związane z prostymi problemami badawczymi.	P7S_UW
K_U06	konstruować rozumowania matematyczne.	P7S_UW
K_U07	wyrażać problemy w języku matematyki.	P7S_UW
K_U08	zaplanować i przeprowadzić badanie własności rozwiązań z zakresu uczenia maszynowego z użyciem podstawowych jego technik.	P7S_UW
K_U09	zwizualizować wyniki badań z zakresu uczenia maszynowego.	P7S_UW
K_U10	stosować zaawansowane techniki nowoczesnej statystycznej analizy danych.	P7S_UW
K_U11	stosować współczesne systemy rozpraszania i zrównoleglania obliczeń.	P7S_UW
K_U12	korzystać z wybranej nowoczesnej biblioteki procedur uczenia maszynowego.	P7S_UW
K_U13	zaimplementować algorytmy klasyfikacji obrazów za pomocą konwolucyjnych sieci neuronowych oraz algorytmy przetwarzania tekstu za pomocą rekurencyjnych sieci neuronowych	P7S_UW
K_U14	stosować techniki programowego sterowania robotami.	P7S_UW
K_U15	stworzyć rozbudowane rozwiązanie z zakresu klasyfikacji obrazów i detekcji obiektów na obrazie.	P7S_UW
K_U16	stosować w praktyce techniki przetwarzania języka naturalnego.	P7S_UW
K_U17	odpowiednio stosować metody w celu opracowania dedykowanego algorytmu uczenia ze wzmocnieniem lub stosować istniejące metody w swoich projektach badawczych.	P7S_UW
K_U18	implementować własne algorytmy i używać istniejące biblioteki oferujące procedury uczenia ze wzmocnieniem.	P7S_UW
K_U19	stosować metody badania struktur używanych w technikach uczenia maszynowego oraz wykorzystywać je w analizie danych dziedzinowych.	P7S_UW
K_U20	przetwarzać duże zbiory danych.	P7S_UW

K_U21	prować działalność badawczą i realizować zadania badawcze w dziedzinie uczenia maszynowego.	P7S_UW
Kompetencje społeczne: absolwent jest gotów do		
K_K01	krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści.	P7S_KK
K_K02	uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu.	P7S_KK
K_K03	twórczego i innowacyjnego podejścia do rozwiązywania problemów.	P7S_KO
K_K04	uwzględniania interesu społecznego w aktywności naukowej i zawodowej oraz inicjowania działań w tym kierunku.	P7S_KO
K_K05	realizowania projektów informatycznych nakierowanych na realizację interesu publicznego.	P7S_KO
K_K06	odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych z uwzględnieniem zmieniających się potrzeb społecznych, w tym rozwijania dorobku zawodu, podtrzymywania etosu zawodowego, przestrzegania i rozwijania zasad etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad.	P7S_KR

OBJAŚNIENIA

Symbol efektu uczenia się dla programu studiów tworzą:

- litera K – dla wyróżnienia, że chodzi o efekty uczenia się dla programu studiów,
- znak _ (podkreślnik),
- jedna z liter W, U lub K – dla oznaczenia kategorii efektów (W – wiedza, U – umiejętności, K – kompetencje społeczne),
- numer efektu w obrębie danej kategorii, zapisany w postaci dwóch cyfr (numery 1-9 należy poprzedzić cyfrą 0).

Zajęcia lub grupy zajęć przypisane do danego etapu studiów

Rok studiów: pierwszy

Nazwa przedmiotu	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Symbole efektów uczenia się dla programu studiów	Dyscyplina / dyscypliny, do których odnosi się przedmiot
	Wykład	Konwersatorium	Seminarium	Ćwiczenia	Laboratorium	Warsztaty	Projekt	Inne				
Bootcamp – wprowadzenie do matematyki	15			15					30	3	K_W05, K_U06, K_U07, K_K01, K_K02	matematyka
Treści programowe	Celem przedmiotu jest przedstawienie zestawu powszechnie stosowanych pojęć matematycznych niezbędnych do zrozumienia współczesnych technik uczenia maszynowego, a także zaszczepienie aparatu matematycznego niezbędnego do ich efektywnego wykorzystania.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	test śródkresowy/końcowy											
Professional Skills in Computer Science	30			30					60	6	K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_U01, K_U03, K_U04, K_U05, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04, K_K05, K_K06	informatyka

Treści programowe	Zajęcia uczą tworzenia prezentacji, pisania dłuższego tekstu w języku angielskim, opracowywania dokumentacji projektowej. Rozwija techniki zarządzania zespołem oraz przedstawia prawne aspekty pracy programisty i projektanta oprogramowania.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	praca zaliczeniowa i/lub egzamin oraz obowiązkowa prezentacja											
Głębokie sieci neuronowe	30				45				75	6	K_W08, K_U02, K_U12, K_U13, K_K01, K_K02, K_K03	informatyka
Treści programowe	Celem przedmiotu jest pokazanie przypadków użycia głębokich sieci neuronowych. Podczas przedmiotu zostaną zaprezentowane najnowocześniejsze techniki, algorytmy i narzędzia. Między innymi dwa główne bloki przedmiotu będą dotyczyły klasyfikacji obrazów i przetwarzania tekstu.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	egzamin, zaliczeniowy projekt programistyczny, oceniane prace domowe											
Sterowanie robotami	30				30				60	6	K_W11, K_U14, K_K01, K_K02, K_K03	informatyka
Treści programowe	Celem przedmiotu jest przekazanie studentom praktycznej wiedzy z zakresu sterowania robotami. W ramach zajęć prezentowane są najnowocześniejsze techniki sterowania robotami, kinematyka ruchu, planowanie trajektorii oraz orientacja przestrzenna robotów.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	egzamin, zaliczeniowy projekt programistyczny											
Statystyczna analiza danych 2	30				30				60	6	K_W05, K_W06, K_W07, K_U05, K_U09, K_U10, K_U12, K_U19, K_K01,	informatyka

											K_K02, K_K03	
Treści programowe	Celem tego przedmiotu jest przedstawienie zaawansowanych metod statystycznego uczenia maszynowego.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	egzamin, zaliczeniowy projekt programistyczny											
Rozpoznawanie obrazów	30				30				60	6	K_W12, K_U15, K_K01, K_K02, K_K03	informatyka
Treści programowe	Celem przedmiotu jest przedstawienie architektur głębokiego uczenia, a także nauczanie implementacji, trenowania i debugowania własnych sieci neuronowych dedykowanych rozpoznawaniu obrazów. Studenci zdobywają wiedzę teoretyczną, informacje na temat aktualnego stanu badań w tej dziedzinie oraz zdobywają praktyczne umiejętności w zakresie rozpoznawania obrazów.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	egzamin, zaliczeniowy projekt programistyczny											
Przetwarzanie języka naturalnego	30				30				60	6	K_W13, K_U16, K_K01, K_K02, K_K03	informatyka
Treści programowe	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z teorią, metodologią, zasobami i narzędziami przetwarzania języka naturalnego. Wykłady dotyczą zagadnień lingwistyki obliczeniowej (analiza morfologiczna, składniowa i semantyczna), ekstrakcji informacji, klasyfikacji tekstów i automatycznego streszczania dokumentów. W ramach przedmiotu omówione zostaną narzędzia i zagadnienia specyficzne dla języka angielskiego i polskiego. Przydatna będzie znajomość teorii gramatyk formalnych oraz znajomość technik uczenia maszynowego.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	egzamin, zaliczeniowy projekt programistyczny											

Uczenie ze wzmocnieniem	30			30					60	6	K_W14, K_U17, K_U18, K_K01, K_K02, K_K03	informatyka
Treści programowe	Celem przedmiotu jest przedstawienie nowoczesnych technik i algorytmów uczenia maszynowego ze wzmocnieniem, ze szczególnym uwzględnieniem metod bezmodelowych, metod opartych na modelach i metod eksploracyjnych.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	egzamin, projekt zaliczeniowy											
Wyjaśnialne uczenie maszynowe	15			30	15				60	6	K_W15, K_U19, K_K01, K_K02, K_K03	informatyka
Treści programowe	Celem przedmiotu jest nauczanie celów, metod i technik stosowanych do wyjaśniania złożonych modeli uczenia maszynowego, modeli typu czarna skrzynka. Modele predykcyjne są coraz bardziej złożone; komitety drzew i głębokie sieci neuronowe to modele o tysiącach parametrów. W przypadku modeli o takich wymiarach łatwo jest stracić kontrolę nad tym, czego nauczył się model. Na tym przedmiocie omawiamy narzędzia służące do analizy struktury modelu traktowanego jako czarna skrzynka i uczymy się analizować predykcje na nim oparte. Zwiększa to zaufanie do modelu, poprawia jego wydajność i zdolność do czerpania z niego użytecznej wiedzy.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	oceniane prace domowe, projekt zaliczeniowy, egzamin											
Przedmioty ogólnouniwersyteckie	30								30	3		
Treści programowe	W toku studiów studenci zobowiązani są do zaliczenia wybranych przedmiotów niezwiązanych z kierunkiem studiów. Łączna liczba uzyskanych w ten sposób punktów ECTS powinna wynosić co najmniej 6, w tym 5 z zakresu nauk humanistycznych lub społecznych.											

Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	zgodnie z sylabussem przedmiotu											
Seminarium magisterskie I (do wyboru z oferty seminariów w dziedzinie uczenia maszynowego i sztucznej inteligencji)			60						60	6	K_W03, K_W04, K_U01, K_U02, K_U07, K_U09, K_K01, K_K02, K_K06	informatyka
Treści programowe	W ramach seminariów magisterskich studenci wygłaszają referaty na wybrane problemy i tematy z literatury naukowej, pod opieką i nadzorem nauczycieli przedmiotu i przygotowują prace magisterską. W pierwszym cyklu kształcenia przedmiotu tematy są wybierane wspólnie przez wykładowców i studentów i przygotowują studenta do napisania ciekawej i wartościowej naukowo pracy magisterskiej. Seminaia te często dotyczą informatycznego podejścia do fundamentalnych procesów we współczesnym świecie; opierają się głównie na literaturze naukowej (w języku angielskim). Zadanie wymaga znacznej samodzielnej pracy studenta, zarówno w przygotowaniu seminarium, jak i w jego wygłoszeniu przed publicznością.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	wygłoszenie referatu, sformułowanie tematu pracy magisterskiej zaakceptowanego przez komisję wydziałową											

Łączna liczba punktów ECTS (w roku): 60

Łączna liczba godzin zajęć (w roku): 615

Rok studiów: drugi

Nazwa przedmiotu	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Symbole efektów uczenia się dla programu studiów	Dyscyplina / dyscypliny, do których odnosi się przedmiot
	Wykład	Konwersatorium	Seminarium	Ćwiczenia	Laboratorium	Warsztaty	Projekt	Inne				
Staż lub wizyta studyjna								160	160	6	K_K01, K_K02, K_K03	
Treści programowe	Praktyki odbywają się w jednostkach gospodarczych, jednostkach administracji państwowej, administracji samorządowej, instytucjach społecznych, w ramach realizacji programów Unii Europejskiej, wymian zagranicznych, w placówkach oświatowych, placówkach naukowych, szkołach wyższych w tym na Uniwersytecie Warszawskim, placówkach służby zdrowia, kultury, instytucjach naukowo-badawczych, lub innych jednostkach organizacyjnych zajmujących się dziedzinami związanymi z uczeniem maszynowym. Alternatywnie, zamiast stażu, student może odbyć dwie lub trzy kilkudniowe wizyty studyjne w grupach badawczych zajmujących się dziedzinami związanymi z uczeniem maszynowym. Opiekun praktyk zawodowych, kierownik studiów lub prodziekan ds. studenckich kieruje studenta na praktyki na jego wniosek. Zaliczenia i oceny praktyki na podstawie zatrudnienia w firmie lub instytucji, własnej działalności gospodarczej lub innych form działalności wewnątrzuniwersyteckiej i pozauniwersyteckiej dokonuje pełnomocnik ds. praktyk, kierownik studiów lub prodziekan ds. studenckich. Szczegółowe postanowienia zawiera regulamin praktyk.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	ocena na podstawie dokumentacji praktyk zgodnie z regulaminem praktyk											
Uczenie maszynowe na dużą skalę	30				30				60	6	K_W09, K_W10, K_U11, K_U20, K_K01, K_K02, K_K03	informatyka
Treści programowe	Celem przedmiotu jest przedstawienie technik i narzędzi wykorzystywanych w przetwarzaniu Big Data, mających zastosowanie w problemach uczenia maszynowego. Studenci poznają najważniejsze techniki tego typu, m.in. technikę map-reduce, Model Resilient Distributed Dataset, przetwarzanie strumieniowe, drzewa decyzyjne, FM-FTRL, klastrowanie danych.											

Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Egzamin, zaliczeniowy projekt programistyczny											
Projekt programowania zespołowego w uczeniu maszynowym					60				60	6	K_W02, K_W03, K_U04, K_U07, K_U08, K_U09, K_U12, K_U21, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04, K_K05, K_K06	informatyka
Treści programowe	Celem przedmiotu jest umożliwienie studentom zdobycia doświadczenia w realizacji znaczących projektów uczenia maszynowego w zespołach. Projekty te stworzą rzeczywiste możliwości praktycznego zastosowania nabytej wiedzy i umiejętności rozwiązywania rzeczywistych problemów, które pojawiają się podczas stosowania i oceny technik uczenia maszynowego.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Zaliczeniowy projekt badawczo-programistyczny											
Przedmioty do wyboru	3x30				3x30				3x60	3x6	K_U10, K_K01, K_K02, K_K03	informatyka
Treści programowe	Przedmioty w tej grupie prowadzone są przez wiodących specjalistów w swoich dziedzinach badań i umiejętności. Ich celem jest wprowadzenie studentów w świat badań nad uczeniem maszynowym, zapoznanie ich z zaawansowanymi technikami w informatyce teoretycznej i inżynierii oprogramowania.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	zgodnie z sylabusem przedmiotu											
Przedmioty ogólnouniwersyteckie	30								30	3		

Treści programowe	W toku studiów studenci zobowiązani są do zaliczenia wybranych przedmiotów niezwiązanych z kierunkiem studiów. Łączna liczba uzyskanych w ten sposób punktów ECTS powinna wynosić co najmniej 6, w tym 5 z zakresu nauk humanistycznych lub społecznych.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	zgodnie z sylabusem przedmiotu											
Seminarium magisterskie II (do wyboru z oferty seminariów w dziedzinie uczenia maszynowego i sztucznej inteligencji)			60						60	21	K_W03, K_W04, K_U01, K_U02, K_U05 K_U07, K_U09, K_U21, K_K01, K_K02, K_K03, K_K06	informatyka
Treści programowe	W ramach seminariów magisterskich studenci wygłaszają referaty na wybrane problemy i tematy z literatury naukowej, pod opieką i nadzorem nauczycieli przedmiotu i przygotowują prace magisterską. W drugim cyklu realizacji przedmiotu nacisk kładzie się na systematyczną pracę nad pracą dyplomową. Studenci regularnie przedstawiają postęp prac, ucząc się przy tym prezentować specjalistyczne zagadnienia na odpowiednim poziomie abstrakcji, w sposób zrozumiały dla słuchaczy nieznających wszystkich szczegółów technicznych omawianych zagadnień. Seminaria te często dotyczą informatycznego podejścia do fundamentalnych procesów we współczesnym świecie; opierają się głównie na literaturze naukowej (w języku angielskim). Zadanie wymaga znacznej samodzielnej pracy studenta, zarówno w przygotowaniu seminarium, jak i w jego wygłoszeniu przed publicznością.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	wygłoszenie referatu, złożenie pracy dyplomowej											

Studentom studiów drugiego stopnia, którzy nie realizowali szkolenia BHP na studiach pierwszego stopnia, będzie zapewniona możliwość realizacji tego przedmiotu poza programem studiów w wymiarze 4 godzin i 0,5 ECTS (punktów ECTS nie wlicza się do puli 120 pkt ECTS).

Łączna liczba punktów ECTS (w roku): 60

Łączna liczba godzin zajęć (w roku): 550

Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 1165

Procentowy udział liczby punktów ECTS w łącznej liczbie punktów ECTS dla każdej z dyscyplin, do których przyporządkowano kierunek studiów.

Dziedzina nauki	Dyscyplina naukowa	Procentowy udział liczby punktów ECTS w łącznej liczbie punktów ECTS dla każdej z dyscyplin
-----------------	--------------------	---

Nauki ścisłe i przyrodnicze	Informatyka	88%
-----------------------------	-------------	-----

Tłumaczenie programu studiów na język angielski

Programme of study Machine Learning

Name of the field of study	Machine Learning
Name of the field of study in English / in the language of instruction	Machine Learning
Language of instruction	English
Level of education	second cycle
Level in the PQF	7
Studies profile	general academic
Number of semesters	4
Number of ECTS credits to graduate	120
Form of studies	full time
Professional title awarded to the graduates (name of the qualification in its original wording, PQF level)	magister
Number of ECTS credits that the student needs to obtain for the classes conducted with direct participation of academic teachers and/or other tutors	62
Number of ECTS credits for the classes in the area of humanities and/or social sciences (not less than 5 ECTS)	5

Assignment of the field of study to a given area of study and academic disciplines

Area of study	Academic discipline	Percentage share of the academic disciplines	Leading academic discipline (more than a half of the learning outcomes)
natural sciences	computer and information sciences	100%	computer and information sciences
Total:		100%	

Learning outcomes defined for the field of study by reference to the descriptors of 2nd degree in the Polish Qualification Framework for qualifications at level 6–7 obtained within the framework of the Higher Education and Science System after obtaining full qualification at level 4 of the PQF

Learning outcomes symbol for the field of study	Learning outcomes	Reference to PQF 2 nd degree descriptors
Knowledge: the graduate		
K_W01	knows the principles of starting and developing individual entrepreneurship related to computer science.	P7S_WK
K_W02	understands the economic, legal and ethical conditions related to the activity in IT, research and teaching professions.	P7S_WK
K_W03	knows the basic notions and principles of the industrial property protection and copyright law as well as the need of intellectual property management.	P7S_WK
K_W04	understands fundamental dilemmas of modern civilisation.	P7S_WK
K_W05	has in-depth understanding of the branches of mathematics necessary to study machine learning (probability theory, statistics, multivariable calculus, and linear algebra).	P7S_WG
K_W06	has based in theory and well organized knowledge of fundamental techniques of machine learning and methodology of constructions and research in this field.	P7S_WG
K_W07	has based in theory and well organized knowledge of fundamental techniques of statistics used in modeling and data analysis.	P7S_WG
K_W08	has based in theory and well organized knowledge in the scope of machine learning, and in particular of problems related to neural networks learning algorithms as well as convolutional and recursive architecture.	P7S_WG
K_W09	knows high-performance data processing techniques used in machine learning.	P7S_WG
K_W10	Knows modern techniques to distribute and parallelize data processing.	P7S_WG
K_W11	has based in theory and well organized knowledge of problems of robot control, in particular of motion kinematics, movement planning and orientation in space.	P7S_WG
K_W12	has based in theory and well organized knowledge of problems of image classification and object detection.	P7S_WG
K_W13	knows methodologies, topics, techniques and tools in natural language processing.	P7S_WG
K_W14	knows the properties of reinforcement learning algorithms, knows scenarios of their application and how to implement the most important ones, especially ones from the class of policy gradient algorithms, the class of value based algorithms and the class of actor-critic algorithms.	P7S_WG
K_W15	knows advanced methods of data pre-processing, including methods of dimension reduction and feature extraction.	P7S_WG
Skills: the graduate is able to		
K_U01	communicate with diverse audiences on information technology topics; lead a debate; prepare a presentation or a scientific paper using information technology techniques.	P7S_UK
K_U02	use English at the proficiency level B2+ of Common European Framework of Reference for Languages, with	P7S_UK

	particular emphasis on the computer science terminology.	
K_U03	plan and realize personal lifelong education goals and stimulate and direct other people in doing so.	P7S_UU
K_U04	direct the work of a team; cooperate with other people in teamwork and take up the leading role in teams.	P7S_UO
K_U05	formulate and test hypotheses related to simple research problems.	P7S_UW
K_U06	construct mathematical reasoning.	P7S_UW
K_U07	express problems in the language of mathematics.	P7S_UW
K_U08	employ basic techniques of machine learning to plan and conduct the study of properties of solutions.	P7S_UW
K_U09	visualize the results of studies in machine learning.	P7S_UW
K_U10	apply techniques of modern statistical data analysis.	P7S_UW
K_U11	employ modern systems to distribute and parallelize computations.	P7S_UW
K_U12	make use of a chosen modern library of machine learning procedures.	P7S_UW
K_U13	implement image classification algorithms using convolutional neural networks and text transformation algorithms using recursive neural networks.	P7S_UW
K_U14	apply techniques of programmed robot control.	P7S_UW
K_U15	create a developed solution in the domain of image classification and object detection.	P7S_UW
K_U16	apply in practice techniques of natural language processing.	P7S_UW
K_U17	appropriately apply methods to design a dedicated reinforcement learning algorithm or apply existing methods in own research projects.	P7S_UW
K_U18	implement own algorithms and use existing libraries with reinforcement learning procedures.	P7S_UW
K_U19	apply methods developed to study structures used in machine learning as well as to use them in the analysis of domain data.	P7S_UW
K_U20	process big data sets.	P7S_UW
K_U21	conduct research activities and complete research tasks in the field of machine learning.	P7S_UW
Social competences: the graduate is ready to		
K_K01	critically evaluate acquired knowledge and information.	P7S_KK
K_K02	recognize the significance of knowledge in solving cognitive and practical problems and the importance of consulting experts when difficulties arise in finding a self-devised solution.	P7S_KK
K_K03	take a creative and innovative approach to problem-solving.	P7S_KO
K_K04	take into account social interest in academic and professional activities, as well as to initiate actions in this direction.	P7S_KO
K_K05	carry out computer projects aimed at the implementation of the public interest.	P7S_KO
K_K06	act responsibly in her/his professional role, taking into account the changes in social needs; develop the legacy and maintain the ethos of the profession; comply with, develop and promote professional ethics.	P7S_KR

EXPLANATIONS

The learning outcomes symbol for the programme of study includes:

- letter K – to highlight the fact that the learning outcome refers to the programme of study
- _ (underscore),
- one of the letters W, U and/or K – to mark the category of learning outcomes (W – knowledge (Polish: wiedza), U – skills (Polish: umiejętności), K – social competences (Polish: kompetencje społeczne),
- learning outcome number in a given category, written in the form of two digits (precede the digits 1–9 with a 0).

Classes and/or groups of classes assigned to a given term of studies

Semester/year of studies: first

Course title	Form of classes – number of hours								Total: number of class hours	Total: ECTS points	Programme of study learning outcomes	Academic discipline(s) related to the course
	Wykład	Konwersatorium	Seminarium	Ćwiczenia	Laboratorium	Warsztaty	Projekt	Inne				
<i>Bootcamp – introduction to mathematics</i>	15			15					30	3	K_W05, K_U06, K_U07, K_K01, K_K02	mathematics
Course Content	The goal of the course is to present the set of common mathematical notions necessary to understand contemporary techniques of machine learning as well as to instil the mathematical apparatus necessary to efficiently use them.											
Learning outcomes assessment	mid-term/end-term test											

Professional Skills in Computer Science	30			30					60	6	K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_U01, K_U03, K_U04, K_U05, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04, K_K05, K_K06	computer and information sciences
Course Content	The classes teach how to make presentation, write a longer text in English, develop project documentation. It develops team management techniques and presents legal aspects of the work of programmer and software designer.											
Learning outcomes assessment	essay and or exam, obligatory presentation											
Deep neural networks	30				45				75	6	K_W08, K_U02, K_U12, K_U13, K_K01, K_K02, K_K03	computer and information sciences
Course Content	The goal of the course is to show usage cases for deep neural networks. During the course state-of-the-art techniques, algorithms and tools will be presented. Among others two main blocks of the course will concern image classification and text processing.											
Learning outcomes assessment	examination, graded programming project, graded homework											
Robot control	30				30				60	6	K_W11, K_U14, K_K01, K_K02, K_K03	computer and information sciences
Course Content	The goal of the course is to provide students with practical knowledge in the domain of robot control. The classes demonstrate state-of-the-art techniques of robot control, motion kinematics, trajectory planning as well as space orientation of robots.											

Learning outcomes assessment	examination, graded programming project											
<i>Statistical data analysis 2</i>	30				30				60	6	K_W05, K_W06, K_W07, K_U05, K_U09, K_U10, K_U12, K_U19, K_K01, K_K02, K_K03	computer and information sciences
Course Content	The goal of this course is to present advanced statistical machine learning methods.											
Learning outcomes assessment	Examination, graded programming project											
<i>Visual recognition</i>	30				30				60	6	K_W12, K_U15, K_K01, K_K02, K_K03	computer and information sciences
Course Content	The goal of the course is to present deep learning architectures as well as to teach implementation, training and debugging own neural networks dedicated to visual recognition. Students gain theoretical knowledge, information on the state of the current research in the domain and obtain practical skills in visual recognition.											
Learning outcomes assessment	examination, graded programming project											
<i>Natural language processing</i>	30				30				60	6	K_W13, K_U16, K_K01, K_K02, K_K03	computer and information sciences

Course Content	The goal of the course is to familiarize students with the theory, methodology, resources and tools for natural language processing. Lectures concern issues of computational linguistics (morphological, syntactic and semantic analysis), information extraction, text classification and automatic summarization of documents. The course will discuss the tools and language-specific issues for English and Polish. Knowledge of the theory of formal grammars and knowledge of machine learning techniques will be helpful.											
Learning outcomes assessment	examination, graded programming project											
Reinforcement learning	30			30					60	6	K_W14, K_U17, K_U18, K_K01, K_K02, K_K03	computer and information sciences
Course Content	The goal of the course is to present modern techniques and algorithms of reinforcement machine learning, with particular emphasis on model-free, model-based and exploration methods.											
Learning outcomes assessment	examination, graded project											
Explainable machine	15			30	15				60	6	K_W15, K_U19, K_K01, K_K02, K_K03	computer and information sciences
Course Content	The goal of the course is to teach the objectives, methods and techniques used to explain complex machine learning models, the black box models. Predictive models are increasingly complex; tree committees and deep neural networks are models with thousands of parameters. For models with such dimensions, it is easy to lose control over what the model has learned. In this course we discuss tools to analyze the structure of the model treated as a black box, and we learn to analyze the predictions from this model. This increases the confidence in the model, improves its efficiency, and the ability to draw useful knowledge from it.											
Learning outcomes assessment	graded homework, graded project, examination											

General university courses	30								30	3		
Course Content	In the course of the studies the students are obliged to pass chosen subjects that are not related to the field of their programme. The total number of ECTS credits earned in this way should be at least 6, including 5 in the fields of humanities or social sciences.											
Learning outcomes assessment	according to the course syllabus											
Diploma seminar I (to be chosen from the offer of seminars in the field of machine learning and artificial intelligence)			60						60	6	K_W03, K_W04, K_U01, K_U02, K_U07, K_U09, K_K01, K_K02, K_K03, K_K06	computer and information sciences
Course Content	In diploma seminars the students give talks on selected problems and subjects from scientific literature, under tutelage and supervision of course teachers and prepare their master's thesis. In the first cycle of the seminar, the topics are chosen together by the teachers and the students, should prepare the student to write an interesting and scientifically worthy diploma thesis. In Machine Learning, these seminars often relate to the computer science approach to fundamental processes in the modern world; they are mostly based on scientific literature (in English). The task requires significant independent work of the student, both in preparation of the seminar and in delivering it to the audience.											
Learning outcomes assessment	delivering a lecture, settling on MSc thesis topic accepted by the committee											

Total number of ECTS credits (per year): 60

Total number of class hours (per year): 615

Total number of class hours specified in the programme of study for every field of study, level and profile (for the entire cycle):

Semester/year of studies: second

Course title	Form of classes – number of hours								Total: number of class hours	Total: ECTS points	Programme of study learning outcomes	Academic discipline(s) related to the course
	Wykład	Konwersatorium	Seminarium	Ćwiczenia	Laboratorium	Warsztaty	Projekt	Inne				
<i>Internship or study visit</i>	–	–	–	–	–	–	–	160	160	6	K_K01, K_K02, K_K03	–
Course content	Internships take place in companies, state or local government administration, social institutions, within the framework of European Union programmes, international exchanges, educational institutions, scientific institutions, higher education institutions including the University of Warsaw, healthcare institutions, cultural institutions, scientific and research institutions, or other organizations connected to machine learning. Alternatively, instead of an internship, a student may participate in two or three short-term study visits in research groups focused on fields related to machine learning. The internship supervisor, program director, or vice-dean for student affairs assigns the student to an internship upon their request. The recognition and evaluation of the internship based on employment in a company or institution, self-employment, or other forms of university-related or external activities are conducted by the internship coordinator, program director, or vice-dean for student affairs. Detailed provisions are specified in the internship regulations.											
Learning outcomes assessment	credit based upon the documentation of the internship or study visit as described in the rules of procedure											
<i>Large-scale machine learning</i>	30				30				60	6	K_W09, K_W10, K_U11, K_U20, K_K01, K_K02, K_K03	computer and information sciences

Course content	The goal of the course is to present the techniques and tools used in Big data processing, applicable to machine learning problems. Students will learn the most important techniques of this kind, among them the map-reduce technique, Model Resilient Distributed Dataset, stream processing, decision trees, FM-FTRL, data clustering.											
Learning outcomes assessment	Examination, graded programming project											
Team programming project in machine learning					60				60	6	K_W02, K_W03, K_W04, K_U07, K_U08, K_U09, K_U12, K_U21, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04, K_K05, K_K06	computer and information sciences
Course content	The goal of the course is to give students the experience in carrying out substantial machine learning projects in teams. The projects will create real opportunities to practice application of acquired knowledge and abilities to deal with real problems that arise in application and evaluation of machine learning techniques.											
Learning outcomes assessment	graded research-programming project											
Elective courses	3x30				3x30				3x60	3x6	K_U10, K_K01, K_K02, K_K03	computer and information sciences
Course content	Courses in this group are conducted by leading specialists in their research and skills areas. Their aim is to lead the students into the world of machine learning research, to introduce them to advanced techniques in theoretical computer science and software engineering.											
Learning outcomes assessment	according to the course syllabus											

General university courses	30								30	3		
Course content	In the course of the studies the students are obliged to pass chosen subjects that are not related to the field of their programme. The total number of ECTS credits earned in this way should be at least 6, including 5 in the fields of humanities or social sciences.											
Learning outcomes assessment	according to the course syllabus											
Diploma seminar II (to be chosen from the offer of seminars in the field of machine learning and artificial intelligence)			60						60	21	K_W03, K_W04, K_U01, K_U02, K_U07, K_U09, K_K01, K_K02, K_K03, K_K06	computer and information sciences
Course content	In diploma seminars the students give talks on selected problems and subjects from scientific literature, under tutelage and supervision of course teachers. In the second cycle of the course, the emphasis is on systematic work on the thesis. Students regularly present the progress of their work, while learning to present specialized issues at an appropriate level of abstraction, in a way that can be understood by an audience unfamiliar with all the technical details of the issues discussed. The topics of the seminars, chosen together by the teachers and the students, should prepare the student to write an interesting and scientifically worthy diplomathesis. In Machine Learning, these seminars often relate to the computer science approach to fundamental processes in the modern world; they are mostly based on scientific literature (in English). The task requires significant independent work of the student, both in preparation of the seminar and in delivering it to the audience.											
Learning outcomes assessment	delivering a lecture, thesis submission											

Students in the second cycle who have not received any OSH training during their first cycle will receive 4 hours and 0.5 ECTS (ECTS points do not count towards the pool of 120 ECTS points).

Total number of ECTS credits (per year): 60

Total number of class hours (per year): 550

Total number of class hours specified in the programme of study for every field of study, level and profile (for the entire cycle): 1165

Percentage share of the number of ECTS credits in the total number of credits for each of the disciplines the field of study has been assigned to.

Area of study	Academic discipline	Percentage share of the number of ECTS credits in the total number of ECTS credits for each academic discipline
Natural sciences	computer and information sciences	88%