Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

Karta przedmiotu

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2014/2015

Wydział Fizyki, Matematyki i Informatyki

Kierunek studiów: Matematyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma sudiów: stacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: II

Specjalności: Modelowanie matematyczne

1 Informacje o przedmiocie

Nazwa przedmiotu	Matematyczne podstawy informatyki
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	
Kod przedmiotu	WFMiI M oIIS C5 14/15
Kategoria przedmiotu	Przedmioty kierunkowe
Liczba punktów ECTS	5.00
Semestry	4

2 Rodzaj zajęć, liczba godzin w planie studiów

Semestr	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Laboratorium komputerowe	Seminarium	Projekt
4	30	15	0	15	0	0

3 Cele przedmiotu

Cel 1 Zapoznanie studenta z matematycznymi podstawami informatyki w zakresie: 1.matematyczne modele różnych typów maszyn obliczających; 2. matematyczne definicje pojęcia algorytmu; 3. języki formalne; 4. problemy obliczalne i tematy związane; 5. automaty skończone i języki przez nie rozpoznawane; 6. hierarchia złożoności obliczeniowej; 7. ograniczenia możliwości algorytmów.

Cel 2 Zapoznanie studenta z matematyczne podstawami i sposobami analizy złożoności algorytmów.

Cel 3 Zapoznanie studenta z następującą tematyką: Systemy dedukcyjne. Logiki zdaniowe; klasyczna i wybrane logiki nieklasyczne. Ich zastosowania w weryfikacji poprawności algorytmów.

Cel 4 Stosowanie programu Prolog jako ilustracji tematu: automatyczne dowodzenie twierdzeń.

4 Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1 Brak specjalnych wymagań poza tymi, które wynikają z harmonogramu studiów.

5 Efekty kształcenia

EK1 Wiedza Student zna matematyczne podstawy teorii algorytmów w zakresie: 1.definicja maszyny Turinga i jej wersji alternatywnych 2. inne definicje algorytmu 3. definicja problemu algorytmicznego, rozstrzygalności i rekurencyjnej przeliczalności 4. Uniwersalna maszyna Turinga, problem STOP-u, istnienie problemu nierozstrzygalnego. 5. Hierarchia złożoności obliczeniowej. 6. Pojęcie i przyklady problemów NP zupełnych, ich znaczenie w matematyce i w informatyce. 7. Ograniczenia możliwości algorytmów.

EK2 Wiedza Student zna pojęcie systemu formalnego i umie się tym pojęciem posługiwać. Zna co najmniej jedno formalne ujęcie klasycznego rachunku zdań i umie prowadzić dowody formalne w ramach tego rachunku. Został zapoznany z tematyką automatycznego dowodzenia twierdzeń.

EK3 Umiejętności Student umie stosować metody logiczne w weryfikacji poprawności programów, z uwzględnieniem zastosowania wybranych logik nieklasycznych.

EK4 Umiejętności Student zna podstawy PROLOG-u.

6 Treści programowe

Wykład		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
W1	Problem definicji algorytmu. Tło matematyczne i historyczne. Wprowadzenie do teorii obliczalności. Rola osiagnięć logiki matematycznej.	2
W2	Języki formalne.	2
W3	FORMALNE MODELE OBLICZALNOŚCI Automaty skończone, deterministyczne vs. niedeterministyczne. Języki rozpoznawalne i języki akceptowane przez automaty skończone. Operatory Kleene'go na językach regularnych. Konstrukcje teorio-mnogościowe na zbiorze automatów. Twierdzenie Kleene'go. Determinizacja automatu niedeterministycznego. Lemat o pompowaniu. Języki, które nie są regularne.	5
W4	FORMALNE MODELE OBLICZALNOŚCI 2. Automaty ze stosem.	1
W5	FORMALNE MODELE OBLICZALNOŚCI 3 Automaty a obliczenia nieskończone. Automaty Buchiego, deterministyczne i niedeterministyczne; brak rownoważności. Inne modele nieskończonych obliczeń.	3
W6	FORMALNE MODELE OBLICZALNOŚCI 4. Maszyna Turinga. Zbiory rekurencyjne i rekurencyjnie przeliczalne. Uniwersalna maszyna Turinga. Problem STOP - u.	6

Wykład		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
W7	INNE FORMALNE MODELE OBLICZALNOŚCI 5.	2
W8	Złożoność obliczeniowa algorytmów; a) czasowa b) pamięciowa Hierarchia złożoności. Klasa P. wielomianowa redukcja. Klasa NP. Problemy NP trudne. Problemy NP- zupełne. Zagadnienie, czy P=NP.	4
W9	Zastosowania logiki matematycznej w informatyce. a) Logika klasyczna. Rezolucja. Query-languages (języki zapytań) b) Logika temporalna. c) Inne logiki nieklasycze.	5

Ćwiczenia		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
C1	Ćwiczenia w stosowaniu systemu formalnego w dowodzeniu tez klasycznego rachunku zdań.	4
C2	Ćwiczenia w stosowaniu nieklasycznych systemów dedukcyjnych.	3
C3	Ćwiczenia w zastosowaniu metod logiki formalnej do zagadnień informatycznych	3
C4	Matematyczne modele obliczalności. Projektowanie automatów skończonych i innych modeli realizujących konkretne zadania. Szacowanie czasu złożoności algorytmów.	5

Laboratorium komputerowe		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
K1	Ćwiczenia w PROLOG-u	15

7 Narzędzia dydaktyczne

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

N3 Ćwiczenia laboratoryjne

N4 Dyskusja

N5 Konsultacje

N6 Prezentacje multimedialne

8 Obciążenie pracą studenta

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	60
Konsultacje przedmiotowe	15
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	45
Opracowanie wyników	15
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	10
Sumaryczna liczba godzin dla przedmiotu wynikająca z całego nakładu pracy studenta	**150**
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	5.00

9 Sposoby oceny

Ocena formująca

F1 Ćwiczenie praktyczne

F2 Odpowiedź ustna

F3 Projekt indywidualny

F4 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F5 Zadanie tablicowe

F6 Kolokwium

Ocena podsumowująca

P1 Średnia ważona ocen formujących

Warunki zaliczenia przedmiotu

W1 Aby zaliczyć przedmiot, należy uzyskać pozytywną ocenę z każdego efektu kształcenia.

Ocena aktywności bez udziału nauczyciela

B1 Projekt indywidualny

B2 Ćwiczenie praktyczne

B3 Test

Kryteria oceny

Efekt kształcenia 1	
Na ocenę 2.0	Student nie spełnia któregoś kryterium na ocenę 3.0.
Na ocenę 3.0	Student zna definicje: języka formalnego, automatu skończonego deterministycznego i niedeterministycznego, języka regularnego, problemu algorytmicznego, maszyny Turinga. Umie budować matematyczne modele obliczen dla niektorych prostych zagadnień. Student potrafi zdefiniować (czasową) złozoność obliczeniową algorytmu, zdefiniować klasę P i w prostych przypadkach zakwalifikować problem algorytmiczny do tej klasy. Zna i potrafi wykazać hierarchię złożoności funkcji elementarnych
Na ocenę 3.5	Student spełnia kryteria na ocenę 3.0. Ponadto: zna definicję automatu Buchiego, Umie wyjaśnić różnicę między obliczeniami skończonymi i nieskończonymi i ich modelowaniem. Potrafi zdefiniować operacje Kleene'go na językach regularnych i podać konstrukcję automatów realizujących te operacje i udowodnić odpowiednie twierdzenia. Zna definicję klasy NP. Potrafi omówić problem, czy P=NP.
Na ocenę 4.0	Student spełnia kryteria na ocenę 3.5. Ponadto: zna definicję automatu ze stosem. Umie zdefiniować alternatywne wersje maszyny Turinga, w tym wielotaśmową maszynę Turinga. Wie, że te wersje są sobie wzajemnie równoważne. Zna co najmniej 3 przykłady problemów NP zupełnych i umie wyjaśnić, czemu należą one do klasy NP.
Na ocenę 4.5	Student spełnia kryteria na ocenę 4.0. Ponadto: Potrafi zdefiniować uniwersalną maszynę Turinga i wykazać, że problem STOP-u jest nierozstrzygalny. Student zna pojęcie wielomianowej redukcji. Umie zdefiniować NP-trudność i NP-zupełność problemu algorytmicznego.
Na ocenę 5.0	Student spełnia kryteria na ocenę 4.5. Ponadto: Student zna co najmniej jedną definicję algorytmu inną niż przez odwołanie się do maszyny Turinga. Zna tezę Churcha-Turinga. Zna dalsze dwa problemy NP-zupełne i umie omówić ich znaczenie.
Efekt kształcenia 2	
Na ocenę 2.0	Student nie spełnia któregoś kryterium na ocenę 3.0.
Na ocenę 3.0	Student zna pojęcie systemu formalnego, dowodu w ramach sytemu formalnego, tezy systemu, dowodu założeniowego i reguły dowiedlnej. W ramach jednego systemu formalnego dla klasycznego rachunku zdań potrafi przeprowadzać dowody formalne nowych reguł i tez. Gdy przedstawi mu się nowy, nieznany mu wcześniej system formalny, to potrafi ocenić, czy przedstawiony w nim dowód jest poprawny. Potrafi przedstawić szkicowo definicję algebry Boole'a i podać przynajmniej dwa przykłady algebr Boole'a.
Na ocenę 3.5	Student spełnia kryteria na ocenę 3.0. Ponadto: zna regułę rezolucji i jej znaczenie w automatycznym dowodzeniu twierdzeń.

Na ocenę 4.0	Student spełnia kryteria na ocenę 3.5. Ponadto: Student biegle posługuje się pojeciem dowodu w różnych systemach formalnych. Zna co najmniej pobieżnie trzy lub więcej ujęcia formalne klasycznego rachunku zdań, w tym rachunek Gentzena. Potrafi przedstawić regułę ciecia i jej znaczenie oraz znaczenie praktyczne twierdzenia o jej eliminacji. Potrafi omowic zagadnienie automatycznego dowodzenia twierdzeń. Potrafi omówić problem SAT i 3-SAT z perspektywy algorytmiki.
Na ocenę 4.5	Student spełnia kryteria na ocenę 4.0. Ponadto: Potrafi przedstawić algebrę formuł klasycznego rachunku zdań jako algebrę Boole'a, formułując odpowiednie lematy. Potrafi przedstawić twierdzenia o pełności, o dedukcji.
Na ocenę 5.0	Student spełnia kryteria na ocenę 4.5. Ponadto: zna metodę drzew semantycznych w weryfikacji poprawności reguł logicznych. Potrafi udowodnić twierdzenie o dedukcji dla klasycznego rachunku zdan w ujęciu Fregego - Łukasiewicza.
Efekt kształcenia 3	
Na ocenę 2.0	Student nie spełnia któregoś kryterium na ocenę 3.0.
Na ocenę 3.0	Student umie przedstawić zagadnienie weryfikacji poprawności programów. Student orientuje się w istnieniu logik nieklasycznych: wielowartosciowych i innych i umie wyjaśnić, czym rożnią się one od logiki klasycznej.
Na ocenę 3.5	Student spełnia kryteria na ocenę 3.0. Ponadto: student umie wyjaśnić motywy stosowania niektórych nieklasycznych logik w informatyce. Umie pobieżnie przedstawić te logiki. Umie wyjaśnić, jak stosuje się logikę temporalną do weryfikacji i specyfikacji programów komputerowych.
Na ocenę 4.0	Student spełnia kryteria na ocenę 3.5. Ponadto: Umie przedstawić dokladniej co najmniej jedną z następujących logik nieklasycznych: wielowartościowych logik Łukasiewicza, logikę intuicjonistyczną, logikę modalną, logiki parakonsystentne, logikę temporalną i umotywować ich znaczenie w informatyce. Student umie przedstawić wybraną logikę semantycznie lub syntaktycznie, podać wybrane tezy i przykłady tautologii klasycznych, które nie są tezami danej logiki.
Na ocenę 4.5	Student spełnia kryteria na ocenę 4.0. Ponadto: zna podstawy logiki temporalnej i jej przykładowe zastosowania do weryfikacji i specyfikacji programów. Umie przeprowadzić taką weryfikację. Zna pobieżnie logikę liniową lub logikę rozmytą.
Na ocenę 5.0	Student spełnia kryteria na ocenę 4.5. Ponadto: potrafi dokładniej przedstawić co najmniej dwie logiki nieklasyczne uwzględniając ich zastosowania w informatyce. Umie badać poprawność programów stosując metody pochodzące z logiki.
Efekt kształcenia 4	
Na ocenę 2.0	Student nie spełnia któregoś kryterium na ocenę 3.0.
Na ocenę 3.0	Student umie w stopniu dostatecznym stosować metody komputerowego wspomagania dowodzenia twierdzeń. Zna konstrukcję programu w PROLOG-u.
Na ocenę 3.5	Student spełnia kryteria na ocenę 3.0. Ponadto: umie w stopniu dość dobrym stosować metody komputerowego wspomagania dowodzenia twierdzeń używając programu PROLOG. Zna regułę rezolucji i jej znaczenie dla dowodzenia twierdzeń.

Na ocenę 4.0	Student spełnia kryteria na ocenę 3.5. Ponadto: umie w stopniu dobrym stosować metody komputerowego wspomagania dowodzenia twierdzeń używając programu PROLOG. Zna przyklady świadczące o ograniczeniach w szybkości algorytmów dowodzenia twierdzeń w ogólnym przypadku.
Na ocenę 4.5	Student spełnia kryteria na ocenę 4.0. Ponadto: umie w stopniu ponad dobrym stosować metody komputerowego wspomagania dowodzenia twierdzeń używając programu PROLOG. Zna metodę rezolucji w klasycznym rachunku predykatów.
Na ocenę 5.0	Student spełnia kryteria na ocenę 4.5. Ponadto: umie w stopniu bardzo dobrym stosować metody komputerowego wspomagania dowodzenia twierdzeń. Umie przedstawić i wyjaśnić procedurę Davisa–Putnama, powołując się na odpowiednie twierdzenia (bez dowodu).

10 Macierz realizacji przedmiotu

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do szczegółowych efektów zdefiniowanych dla programu	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposoby oceny
EK1	K_W01, K_W03, K_W04, K_W11, K_U02, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05, K_K06, K_K07	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 C1 C4	N1 N2 N4 N5 N6	F1 F2 F6 P1
EK2	K_W02, K_W11, K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U14, K_K01, K_K02, K_K05, K_K06	Cel 3	W9 C1 C2 C3 K1	N1 N2 N4 N5	F1 F2 F3 F4 F5 F6 P1
EK3	K_U21	Cel 3 Cel 4	W9 C3 K1	N1 N3 N5 N6	F1 F3 F4 P1
EK4	K_W02, K_W08, K_W11, K_U03, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04, K_K05, K_K06, K_K07	Cel 4	W9 K1	N1 N2 N3 N5 N6	F3 F4 F6 P1

11 Wykaz literatury

Literatura podstawowa

[1] John Hopcroft, Jeffrey Ullman — *Wprowadzenie do teorii automatów, języków i obliczeń.*, Warszawa, 2005, PWN

[2] Christos Papadimitriou — *Złożoność obliczeniowa*, Warszawa, 2002, WNT

[3] Michael Sipser — *Introduction to the Theory of Computation*, Boston, New York, 2006, PWS PUBLISHERS

Literatura uzupełniająca

[1] Stanley Burris — *Logic for Mathematics and Computer Science*, Upper Saddle River, NJ, 1998, Prentice Hall

[2] Michael Barr and Charles Wells — *Category Theory for Computing Science*, New York, Boston, etc., 1990, Prentice Hall

[3] Steven Krantz — *Logic and Proof Techniques for Computer Science*, Boston, New York, 2002, Birkhauser, Springer

[4] Radoslaw Klimek — *Wprowadzenie do logiki temporalnej*, Kraków, 1999, AGH

[5] Martin Davis i in. — *Computability, Complexity and Languages*, -, 1994, Academic Press

12 Informacje o nauczycielach akademickich

Osoba odpowiedzialna za kartę

dr hab. Ihor MYKYTYUK (kontakt: `imykytyuk@pk.edu.pl`)

Osoby prowadzące przedmiot

1 Dr Katarzyna Pałasińska (kontakt: `kpalasin@pk.edu.pl`)

2 Dr Piotr Kot (kontakt: `pkot@usk.pk.edu.pl`)

13 Zatwierdzenie karty przedmiotu do realizacji

(miejscowość, data) (odpowiedzialny za przedmiot) (dziekan)

Przyjmuję do realizacji (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

. . . . . .

. . . . . .